

RATP
ÉTUDES · PROJETS

85

avril-mai-juin

**Revue éditée par
la Régie Autonome des
Transports Parisiens**

RATP

53 ter, quai des Grands-Augustins
75271 PARIS CEDEX 06

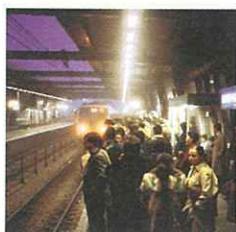
Abonnement pour l'année 1985
FRANCE et ÉTRANGER : 114 F

SOMMAIRE



LE NOUVEAU PROLONGEMENT À VILLEJUIF DE LA LIGNE 7 DU MÉTRO

L'achèvement du prolongement vers le sud d'une des plus importantes lignes du métro dont les travaux d'extension se poursuivent par ailleurs en direction du nord-est..... 5



COMPTE RENDU D'ACTIVITÉ DE LA RATP EN 1984

Les événements, faits marquants et résultats qui ont caractérisé l'activité de la RATP au cours du dernier exercice..... 11



LES SYSTÈMES EXPERTS

Qu'entend-on par « systèmes experts » ? Quelles perspectives de développement peut-on imaginer ?..... 17



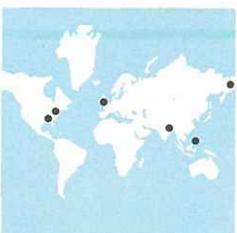
EXPÉRIMENTATION D'UN DISPOSITIF DE SYNTHÈSE VOCALE SUR UN ÉLÉMENT MS 61 DE LA LIGNE A DU RER

Un point sur les divers procédés actuels de synthèse de la parole et les résultats de l'expérimentation menée sur un train du RER pour les annonces aux voyageurs..... 24



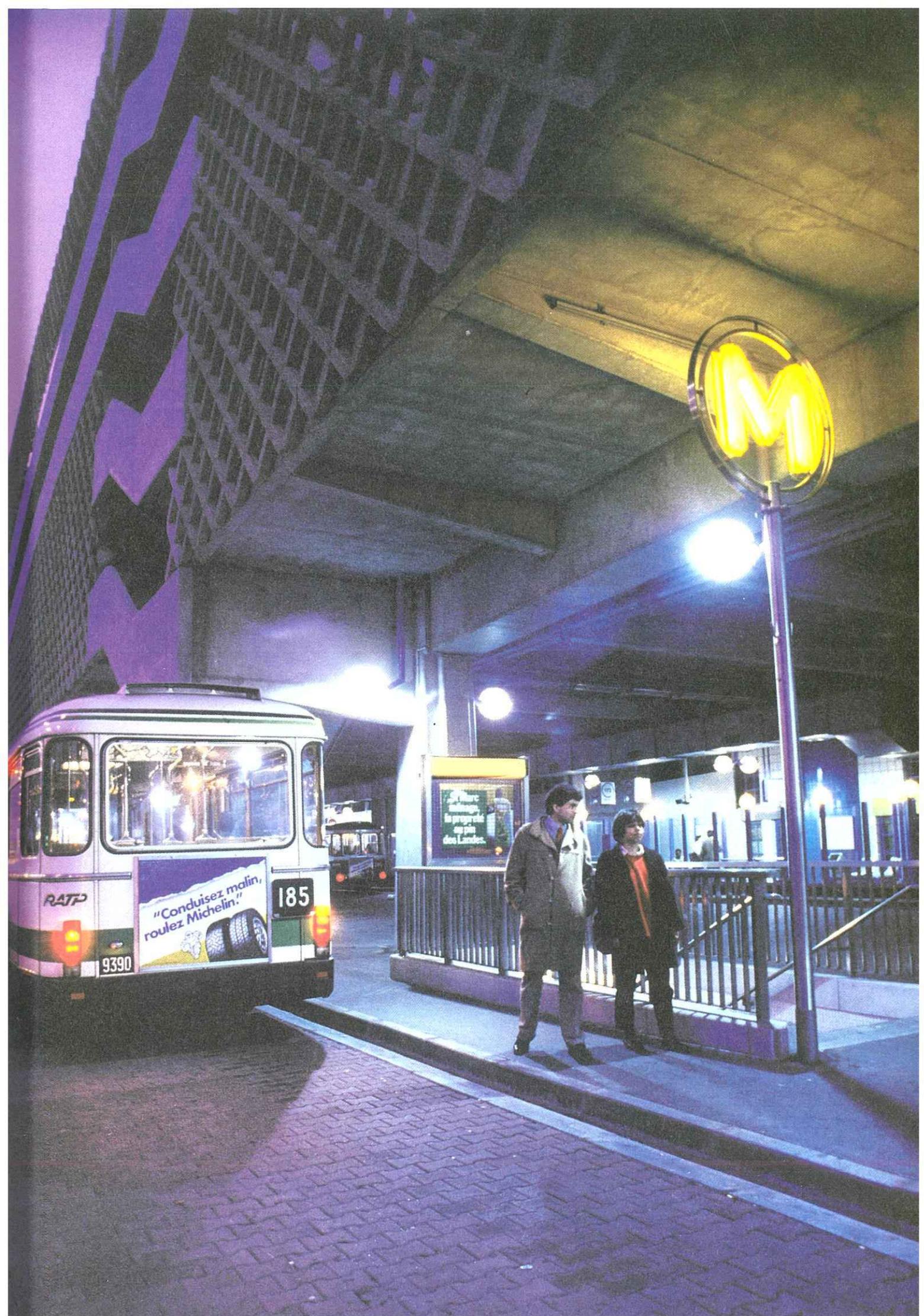
NOUVELLES DIVERSES DE LA RATP

- *Mise en service de l'autobus R 312.....* 31
- *Arrivée du MI 84 sur la ligne A.....* 32
- *Exploitation du réseau d'autobus.....* 34
- *Trafic et service de l'année 1985.....* 37
- *Vues des travaux en cours.....* 38



NOUVELLES DIVERSES DE L'ÉTRANGER

- *Londres : un métro léger pour la desserte du quartier des Docks.....* 40
- *Oust-Ilmsk : une ligne de tramway express en construction.....* 41
- *Atlanta : prolongement de la ligne nord-sud.....* 41
- *Washington : nouvelle extension de la ligne Rouge du métro.....* 42
- *Calcutta : ouverture d'une première section du métro.....* 42
- *Manille : le métro léger en service.....* 43



LE NOUVEAU PROLONGEMENT À VILLEJUIF DE LA LIGNE 7 DU MÉTRO

La mise en service du prolongement de la ligne 7 du métro à Villejuif, le 28 février 1985, complétée par l'ouverture d'un terminal bus le 29 mars, marque l'aboutissement d'un projet d'ensemble mis au point il y a une dizaine d'années, consistant à adopter la nationale 7 comme axe de desserte du secteur de la banlieue sud de Paris compris entre les lignes B et C du RER (respectivement ex-ligne de Sceaux et ligne SNCF de Paris-Choisy le Roi), ceci en raison de l'importance de la population de ce secteur qui ne bénéficiait pas encore d'une desserte ferroviaire.

Constitué d'un débranchement de la ligne 7 immédiatement au sud de la station « Maison-Blanche » non loin de la Place d'Italie, ce prolongement a été réalisé en deux étapes à partir de 1979, le découpage, opéré essentiellement pour des raisons de financement, ayant permis de desservir rapidement le secteur le plus proche de Paris, sans attendre l'achèvement complet des travaux, par l'ouverture, le 10 décembre 1982, d'un premier tronçon allant jusqu'à « Kremlin-Bicêtre ».

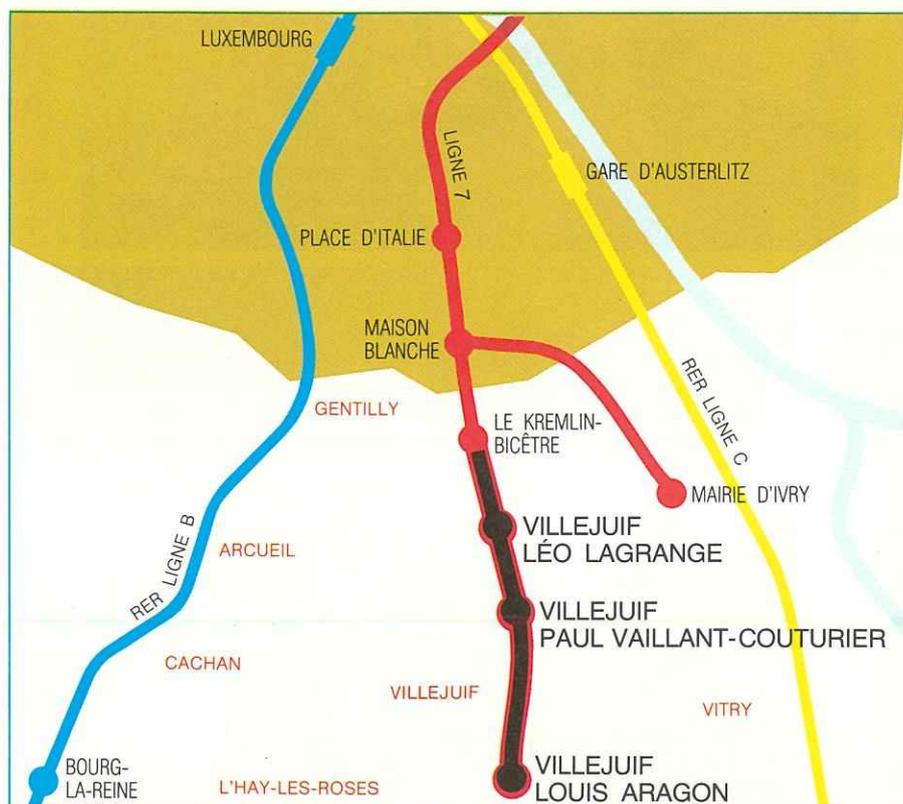
La mise en service du second tronçon, décrit ci-après, ne donne toutefois pas encore à la ligne 7 toute sa dimension puisque la dernière touche sera mise côté nord, où les travaux de prolongement jusqu'à la Courneuve se poursuivent pour une ouverture à l'exploitation au premier semestre 1987.

Tracé - Stations

Le nouveau prolongement, entièrement souterrain (tunnel voûté d'abord puis cadre ensuite, à 2 voies), se situe en totalité sur le territoire de la commune de Villejuif; il se développe selon l'axe de la RN 7 sur une longueur de 2 684 m : avenue de Paris, boulevard Maxime Gorki et avenue de Stalingrad; il comprend 3 stations.

La première, « Villejuif-Léo Lagrange », est implantée au pied de la rampe du plateau de Villejuif,

à 663 m de « Kremlin-Bicêtre », peu après l'intersection de la RN 7 avec les rue Dauphin et René Thibert. Longue de 79 m et large de 13 m, cette station comporte 2 voies et 2 quais latéraux de 4 m. La salle des billets, établie en mezzanine, domine les voies et est reliée aux quais par quatre escaliers fixes. La liaison avec la voirie est assurée par deux accès débouchant de part et d'autres de l'avenue de Paris. En outre, un escalier mécanique, réservé à la sortie des voyageurs, permet la liaison directe entre le quai direction banlieue et le trottoir ouest de l'avenue.



Les trois nouvelles stations.



RATP - Ardailon



RATP - Ardailon



RATP - Ardailon

Dès la sortie de la station, la ligne aborde le plateau de Villejuif : elle remonte en rampe à 40 ‰ et, malgré cela, la voie s'enfonce jusqu'à 14 m de la surface du sol.

La station « Villejuif-Paul Vaillant-Couturier (Hôpital Paul Brousse) » est située sur le plateau dans l'axe du boulevard Maxime Gorki, au nord de son intersection avec l'avenue Jean-Baptiste Clément. Ses structures sont analogues à celles de « Villejuif-Léo Lagrange ». Un passage souterrain à gabarit réduit pour voitures avec deux trémies d'accès a été construit au-dessus de la station pour le compte de la Direction départementale de l'équipement du Val-de-Marne.

Le profil de la ligne remonte ensuite à 9 m de profondeur jusqu'à la station terminus « Villejuif-Louis Aragon » établie au sud du carrefour de la nationale 7 avec l'avenue de Vitry et dont les caractéristiques sont sensiblement les mêmes que celles des deux stations précédentes.

L'accès à la salle des billets depuis l'extérieur se fait côté est par un escalier fixe, implanté sur le trottoir du boulevard Maxime Gorki, et côté ouest par deux escaliers fixes et deux escaliers mécaniques, implantés sur chacun des quais du terminal bus.

La station contient également des locaux destinés au personnel et divers locaux techniques.

Enfin, un passage souterrain à gabarit réduit pour voitures a été construit au-dessus de la station.

Un souterrain courant à 3 voies, long de 453 m, permet au-delà de la station le garage des trains.

Le complexe d'échanges de Villejuif-Louis Aragon comprend le terminus de la ligne 7 du métro, un terminal bus qui a été mis en service le 29 mars et un parc de stationnement de 472 places qui ouvrira en juin. Cet ensemble occupe la plus grande partie de l'îlot triangulaire délimité par le boulevard Maxime Gorki, l'avenue de Stalingrad et l'avenue de Vitry.

Le terminal bus s'insère architecturalement entre la station de métro

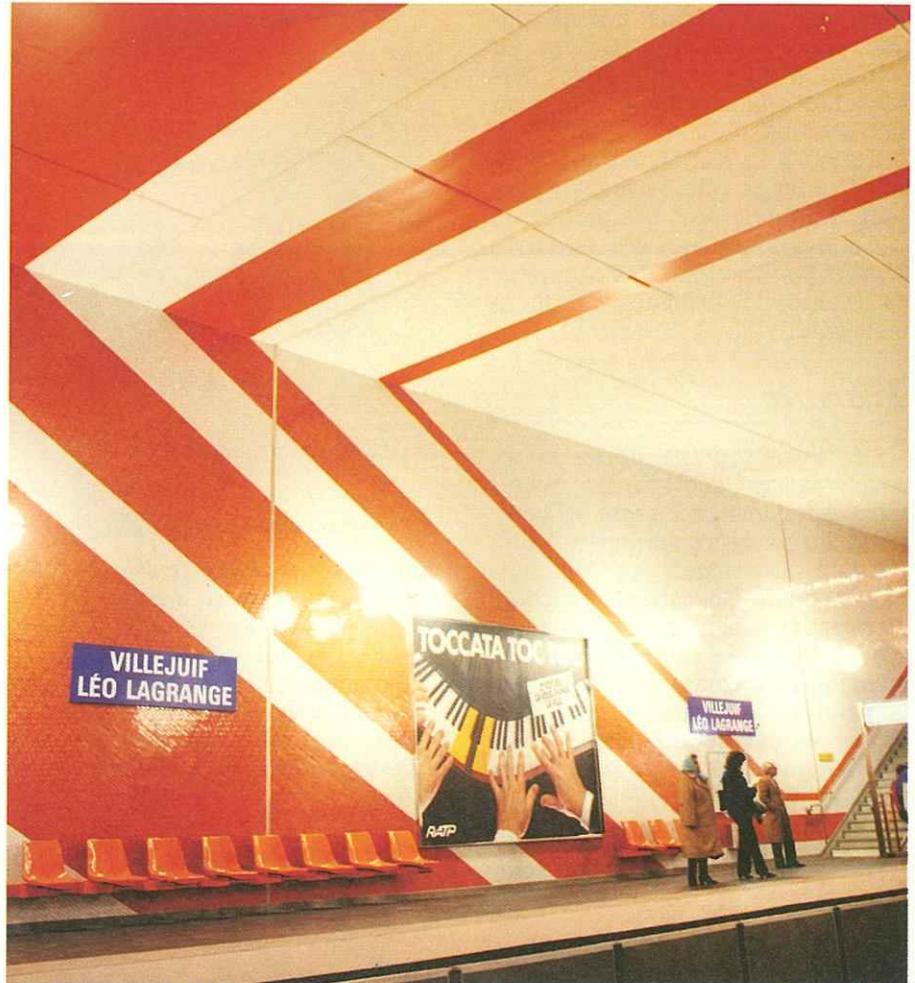
Ligne 7 à Villejuif

et le parc d'intérêt régional. Six lignes (162, 180, 231, 285 A-B-C, 286 et 393) ont leur terminus sur sa partie centrale; par ailleurs, les autobus en provenance de la banlieue déposent leurs voyageurs à proximité immédiate d'un accès mécanisé métro boulevard Maxime Gorki, évitant ainsi toute traversée de chaussée.

Dans le terminal lui-même, les points d'échanges sont regroupés en fonction des correspondances avec le métro. Chaque quai est desservi par un accès mécanisé direct en provenance de la station de métro, en plus d'escaliers fixes.

Des espaces d'attente spacieux et confortables, bien protégés et équipés de sièges contribuent à rendre plus agréable le temps passé par les voyageurs dans le terminal bus. La signalétique a été soignée afin de simplifier au maximum les échanges bus-métro et bus-bus et de mettre toutes informations utiles au service des voyageurs.

Un certain nombre de commerces (agence bancaire, cafétéria, boulangerie, fleuriste, cordonnier) situés dans le terminal contribuent à prolonger la vie de la ville dans l'espace RATP en apportant des services divers aux usagers des transports.



La décoration des trois nouvelles stations, où de larges bandes décroissantes...

RATP - Ardailion

Quant au parc de stationnement, constitué de 4 niveaux dont un en terrasse, il a été partiellement construit au-dessus des emprises au sol de la gare d'autobus et a fait l'objet de recherches esthétiques poussées pour la forme des poteaux et des poutres ainsi que pour les façades.

La décoration des trois nouvelles stations s'inspire de celle de « Kremlin-Bicêtre » où de larges bandes rouges décroissantes assurent un dynamisme au volume des piédroits. Le même graphisme se décline en un orange soutenu à « Villejuif-Léo Lagrange », en un jaune-orangé à « Villejuif-Paul Vaillant-Couturier » et en un vert clair à « Villejuif-Louis Aragon », sièges et bureaux de recette correspondant à chaque fois à la couleur de décoration choisie.

Dans la salle des billets de cha-

7

RATP - Ardailion

terminal bus de « Villejuif-Louis Aragon ».



cune des trois stations, une inscription gravée sur des plaques en calcaire évoque les œuvres des personnalités qui ont donné leur nom aux stations.

Enfin, à la station « Paul Vaillant-Couturier », les voyageurs peuvent découvrir une fresque — en fait une peinture sur tôle — œuvre de Nicolas Stravropoulos consacrée au thème de l'enfance et de la maternité.

Travaux

Les travaux préparatoires et reconnaissances géologiques nécessaires ont commencé entre « Kremlin-Bicêtre » et les stations « Villejuif-Léo Lagrange » et Villejuif-Paul Vaillant-Couturier » au cours du premier trimestre 1981 ; ceux de gros œuvre en septembre de la même année. Quant aux travaux de la station « Villejuif-Louis Aragon », ils ont débuté fin 1982.

L'ensemble des ouvrages, scindés

À la station « Paul Vaillant-Couturier » : une peinture sur tôle...



Une inscription gravée sur des plaques en calcaire...

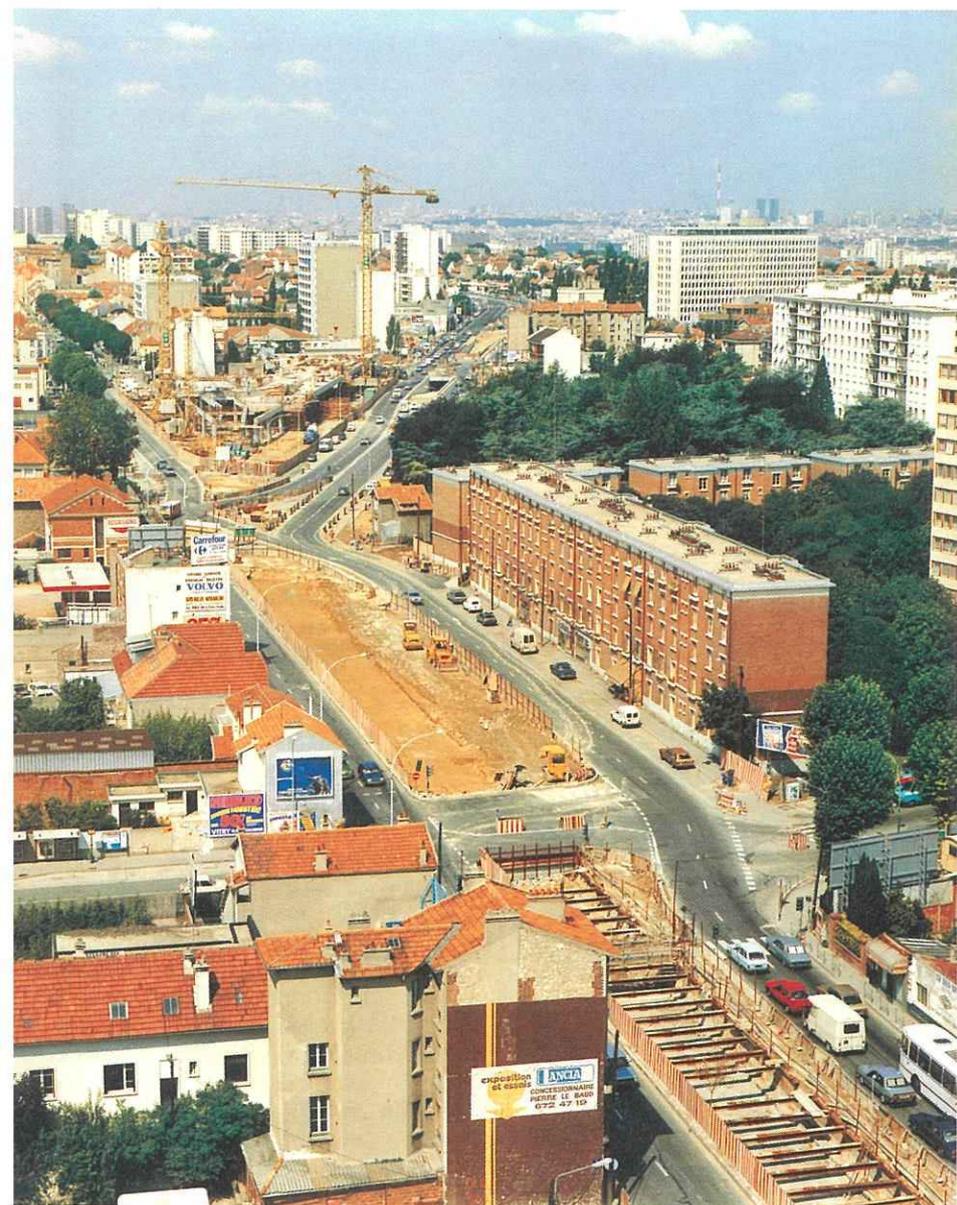
en trois lots, a été réalisé en tranchée à ciel ouvert, édiflée en majeure partie selon la méthode berlinoise. La profondeur de la ligne et la largeur de la nationale, les dispositions techniques prises pour la pose des voies et les appareils d'insonorisation prévus limitent au

maximum les nuisances pour les riverains.

Bien qu'exécutés à ciel ouvert, les travaux n'ont pas été facilités par les conditions géologiques défavorables (mauvaise tenue des terrains à traverser avec présence de bancs durs, présence partielle d'anciennes



Ligne 7 à Villejuif



RATP - Ardailion

s travaux n'ont pas été facilités par les conditions géologiques...

carrières qui avaient été remblayées grossièrement et qui ont fait l'objet d'un traitement préalable par injections, présence d'eau à certains endroits, ce qui a nécessité la création d'une enceinte étanche à la périphérie des ouvrages à construire...), conditions géologiques qui ont imposé certaines contraintes techniques (1). Le tronçon « Villejuif-Paul Vaillant-Couturier - Villejuif-Louis Aragon », en particulier, a nécessité le recours à la technique des parois moulées pour l'édification de la fouille.

Par ailleurs, le maintien de quatre voies de circulation sur l'avenue de Stalingrad a conduit à réaliser le tunnel sur environ 300 m par demi-sections longitudinales, la seconde ne pouvant être entreprise qu'après achèvement de la première et basculement de la circulation au-dessus.

Le coût total des travaux a été de l'ordre de 640 millions de francs courants, dont 30 % financés par l'État, 30 % par la région et 40 % par la RATP.

Exploitation et desserte

L'équilibre réalisé par le nouveau prolongement entre les deux branches de la ligne (Ivry et Villejuif) permet de les desservir alternativement par un train sur deux pendant toute la durée du service.

L'exploitation est assurée par des trains modernes type MF 77 (« métro blanc ») de 5 voitures qui circulent à l'heure de pointe à intervalles de 95 secondes sur le tronçon commun, donc de 190 secondes sur chacune des branches.

Pour parfaire la desserte du secteur, une réorganisation du réseau

d'autobus a été mise en place avec nombreux rabattements sur les trois nouvelles stations (2). Cette réorganisation a coïncidé avec la mise en service, le 29 mars dernier, du terminal bus de Villejuif-Louis Aragon qui constitue un maillon essentiel de l'opération et offre un bon exemple de l'intégration des divers modes de transport.

Les voyageurs concernés bénéficient de gains de temps appréciables dans leurs déplacements, notamment par la suppression de la rupture de charge autobus/métro à Porte d'Italie ou à Kremlin-Bicêtre pour ceux qui habitent à proximité des nouvelles stations et qui prenaient auparavant l'autobus pour rejoindre le métro, et par une meilleure régularité de transport pour ceux qui utilisaient la voiture particulière et qui éviteront maintenant les aléas de la circulation ou du stationnement.

Le gain en temps d'accès à la zone centrale de Paris (limité par les lignes de métro en rocade 6 et 2) atteint environ 10 minutes le long de l'axe de la nationale 7. *Villejuif est à moins de 20 minutes de cette zone centrale* et Rungis à moins de 30 minutes.

A partir de Villejuif-Louis Aragon, le prolongement permet d'atteindre en 20 minutes tout le 13^e arrondissement, alors qu'auparavant on ne pouvait dans ce délai dépasser la Porte d'Italie, et de couvrir en 40 minutes tout Paris, alors que dans la situation antérieure, on ne dépassait pas Le Châtelet.

En moyenne, le gain de temps s'établit à 10 minutes par voyageur, ce qui représente un gain de temps annuel attendu de 3,6 millions d'heures.

En ce qui concerne le trafic, la fréquentation des nouvelles stations, prévue en moyenne pour chacune de 3 millions d'entrants annuels, devrait à terme être comparable au chiffre moyen observé dans les stations desservant la banlieue dense (rappelons que la

(1) Voir l'article de Pierre Bayart, André Taillebois et Jacques Ravier paru dans le numéro de juillet-août-septembre 1984 de notre revue.

(2) Voir, dans ce même numéro, en rubrique « Nouvelles diverses de la RATP ».

Distribution aux usagers de pains au chocolat...



RATP - Ardailion

ligne est en correspondance avec neuf autres lignes du métro, les lignes A et B du RER et les lignes SNCF aboutissant à la Gare de l'Est).

Les populations situées dans la zone d'influence des stations sont actuellement les suivantes :

STATIONS	à 500 m	à 800 m
Villejuif - Léo Lagrange	9 000	15 300
Villejuif - Paul Vaillant-Couturier	10 000	14 800
Villejuif - Louis Aragon	10 800	20 600
TOTAL.....	29 800	50 700

Quant aux emplois directement desservis, ils se répartissent ainsi :

STATIONS	à 500 m	à 800 m
Villejuif - Léo Lagrange	1 800	2 600
Villejuif - Paul Vaillant-Couturier	1 300	3 700
Villejuif - Louis Aragon	1 000	2 400
TOTAL.....	4 100	8 700

Information – Animation

Pour marquer l'ouverture du nouveau tronçon de ligne, l'accès au métro a été gratuit à partir des trois nouvelles stations les 2 et 3 mars. Une certain nombre d'opérations d'information et d'animation ont également été organisées : campagne d'affichage, informations dans la presse locale, diffusion d'une brochure intitulée « Ticket-scope » avant la mise en service puis, du 28 février au 8 mars, sonorisation des trois nouvelles stations par la radio locale « Radio soleil », distribution aux usagers de pains au chocolat dans les trois nouvelles stations, jeux, etc. Enfin, une dernière campagne a été organisée du 30 mars au 12 avril lors de l'ouverture du terminal bus de Villejuif-Louis Aragon, et l'accès à une dizaine de lignes d'autobus a été gratuit les 30 et 31 mars. ■



RATP - Ardailion

COMPTE RENDU D'ACTIVITÉ DE LA RATP EN 1984

Exploitation

Contexture des réseaux

L'année 1984 n'a été marquée par aucune modification de la contexture des réseaux du métro et du RER. En ce qui concerne les autobus, quelques faits à rappeler : la restructuration des lignes opérée dans l'arrondissement du Raincy en liaison avec la TRA, la création de deux nouveaux services urbains communaux (l'un à Garges-lès-Gonesse, l'autre à

Contexture des réseaux au 31-12-84

Réseaux ferrés	Nombre de lignes	Longueur (en km)	Stations ouvertes (points d'arrêt)
Métro.....	15	192,0	360
RER.....	2	102,7	64
Funiculaire de Montmartre	1	0,1	2

Réseaux d'autobus	Nombre de lignes	Longueur (en km)	Nombre et longueur des aménagements (couloirs réservés et sites propres) (4)	
Lignes de Paris (1).....	56	513,9	262	108,060 km
Lignes de banlieue (2).....	157 (5)	1 847,1 (5)	115	57,260 km
Services urbains communaux.....	10	55,5	-	-
Services affrétés à tarification spéciale (3).....	24	288,7	14	23,690 km
Ensemble.....	247	2 705,2	391	189,010 km

(1) Non compris les 10 services de nuit (74,2 km) qui fonctionnent de 1 h à 5 h 30.
 (2) Y compris les lignes affrétées à tarification RATP.
 (3) Antony, Cergy-Pontoise, Evry, Saint-Quentin-en-Yvelines.
 (4) Situation au 31 décembre 1984 (les sites propres bidirectionnels sont doublés en nombre et en longueur).
 (5) La baisse pouvant être constatée par rapport à l'exercice 1983 provient essentiellement de la restructuration du réseau TRA affrété en Seine-Saint-Denis (20 lignes).



Suresnes) mais l'abandon de celui de Pantin peu fréquenté, la mise en service d'un nouveau Clodoald (260) mieux adapté aux besoins des habitants de Saint-Cloud, la poursuite de l'aménagement de couloirs réservés et sites propres, notamment pour l'amélioration de la circulation sur la ligne PC.

Services, trafic, recettes

Le nombre de voyages effectués s'est accru de 45 millions d'unités, ce qui représente une progression de 2 % par rapport à l'exercice



	1983	1984	Variation en %
Méto	190,8	191,8	+ 0,5 %
RER	59,3	61,1	+ 3,0 %
	250,1	252,9	soit + 1,1 % pour le réseau ferré
Funiculaire de Montmartre	0,0167	0,0159	- 4,8 %
Autobus de Paris (y compris services de nuit)	43,1	42,5	- 1,4 %
Autobus de banlieue (y compris les lignes affrétées à tarification RATP dont la TRA et les services communaux)	100,8	100,2	- 0,6 %
	143,9	142,7	soit - 0,8 % pour l'ensemble des lignes d'autobus à tarification RATP
Lignes affrétées à tarification spéciale	6,43	6,60	+ 2,6 %
Services touristiques et locations	1,68	1,57	- 6,5 %

	1983	1984	Variation en %
Méto	1 156,4	1 177,1	+ 1,8 %
RER	256,9	278,0	+ 8,2 %
	1 413,3	1 455,1	soit + 3 % pour le réseau ferré
Funiculaire de Montmartre	1,526	1,598	+ 4,5 %
Autobus de Paris (y compris services de nuit)	320,4	319,6	- 0,2 %
Autobus de banlieue (y compris les lignes affrétées à tarification RATP dont la TRA et les services communaux)	435,2	438,2	+ 0,7 %
	755,6	757,8	soit + 0,3 % pour l'ensemble des lignes d'autobus à tarification RATP
Lignes affrétées à tarification spéciale	19,22	20,79	+ 8,2 %
Services touristiques et locations	4,58	3,90	- 14,8 %

Services
(en millions de km-voitures)

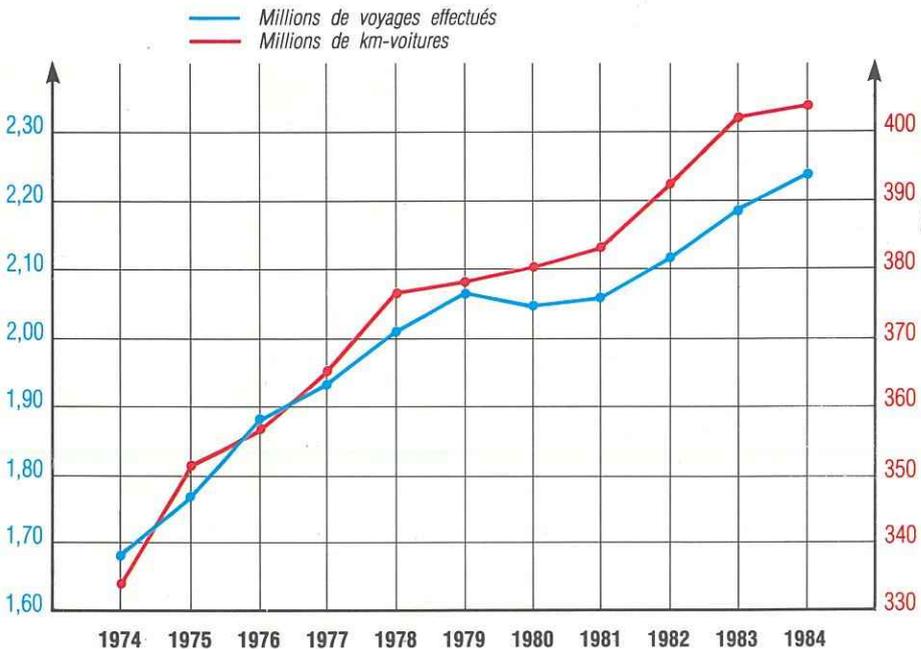
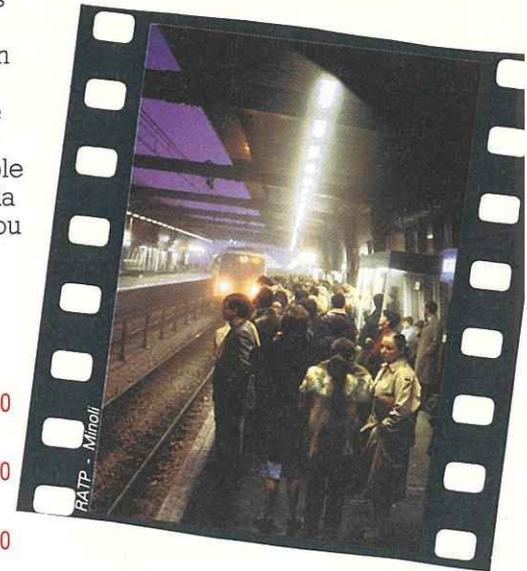
précédent. Les raisons de cette croissance du trafic sont diverses suivant les réseaux mais le remboursement à 50 % des frais de transport des salariés par les employeurs et les campagnes de promotion et d'humanisation des transports en commun mises en œuvre ont eu un effet positif général. C'est toutefois sur le RER que la hausse la plus forte a été constatée (+ 8,2 %), notamment grâce à l'augmentation du nombre de trains interconnectés sur la ligne B (12 aux heures de pointe) et, malgré certaines difficultés techniques, l'augmentation de la capacité de transport sur la ligne A. Quant au

Trafic
(en millions de voyages effectués)

méto et aux autobus, des hausses respectives de 1,8 et 0,3 % ont été enregistrées.

Compte tenu de ces résultats et de l'augmentation générale des tarifs appliquée le 1^{er} août 1984 (le « module billet » étant passé de 2,40 francs à 2,55 francs), les objectifs de recettes ont été atteints : 4 569 millions de francs, soit 9 % environ de plus qu'en 1983.

Rappelons enfin qu'en matière de tarification, un nouvel abonnement annuel — la carte intégrale — valable sur les lignes du méto, du RER, de la SNCF banlieue, et d'autobus RATP ou APTR, a vu le jour en mai.

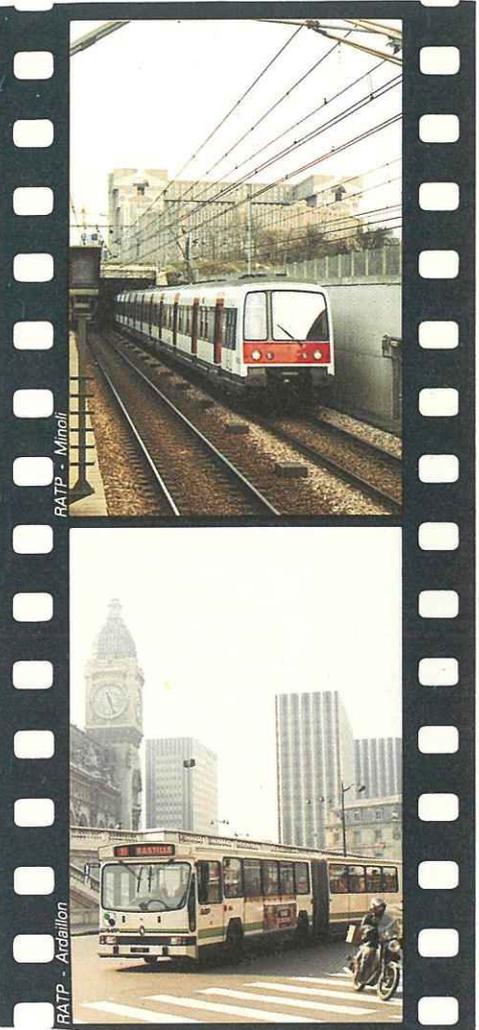
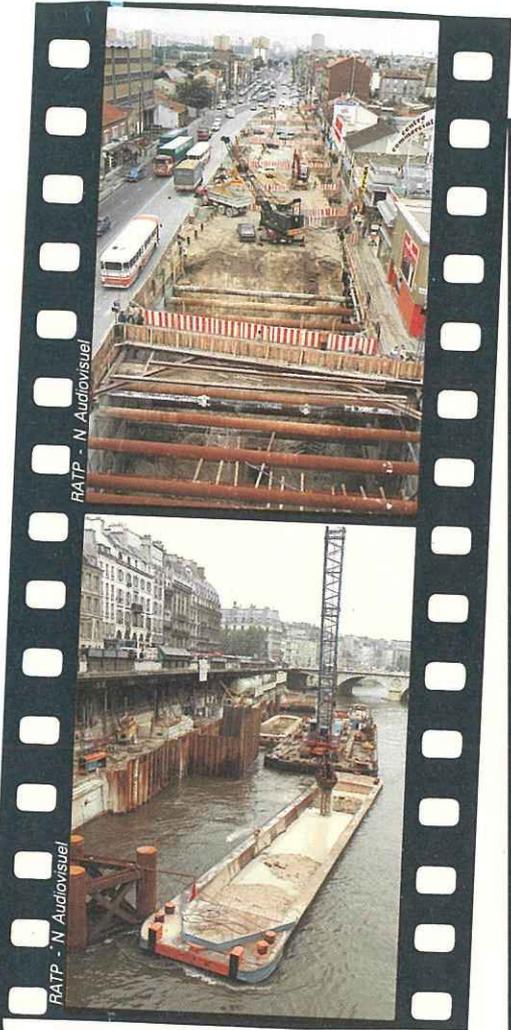


Depuis 1978, le trafic global dépasse les 2 milliards de voyages par an et, sur les 3 dernières années, de 1981 à 1984, l'augmentation avoisine les 9 %. Cette augmentation correspond à l'un des objectifs essentiels de l'entreprise, à savoir développer la part RATP dans les déplacements effectués en région d'Ile-de-France. Parallèlement, les services ont progressé sensiblement de la même façon.

Investissements

Le montant des crédits de paiement s'est élevé au cours de l'année 1984 à 2 900 millions de francs, répartis de la façon suivante :

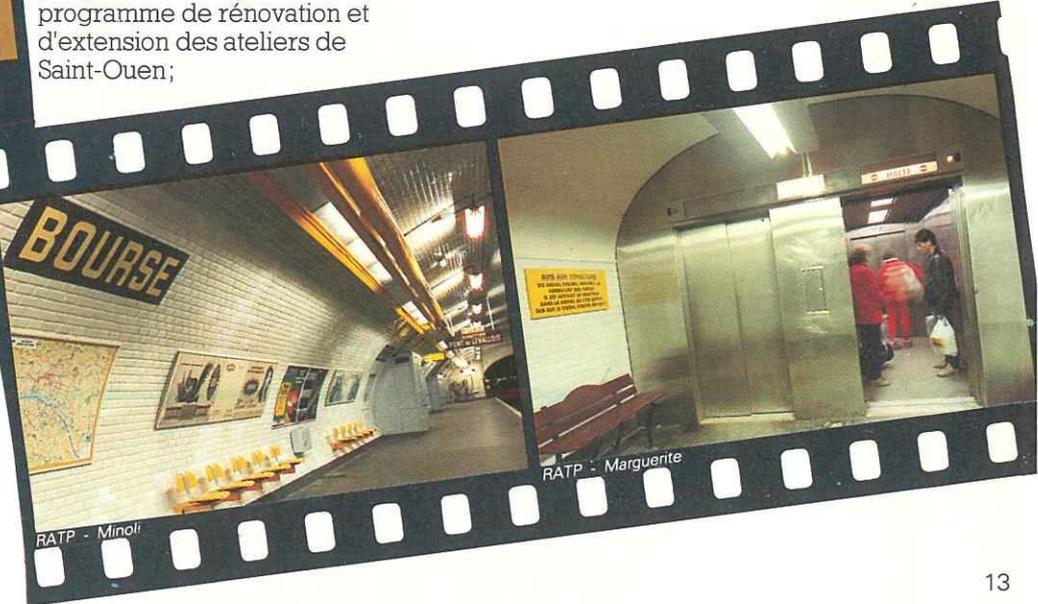
- 672 millions de francs (23,2 %) pour **les extensions du réseau** (achèvement des travaux de prolongement à Villejuif de la ligne 7, poursuite des chantiers de prolongement de la ligne 5 à Bobigny et de la ligne 7 à la Courneuve, progression des travaux de construction de la gare Saint-Michel sur la ligne B, démarrage du chantier de la liaison « Vallée de Montmorency-Ermont-Invalides » pour le compte de la SNCF);
- 1 270 millions de francs (43,8 %) pour **le matériel roulant**, les livraisons ayant essentiellement porté sur les trains interconnexion et sur les autobus articulés qui remplacent sur certaines lignes les véhicules standard;



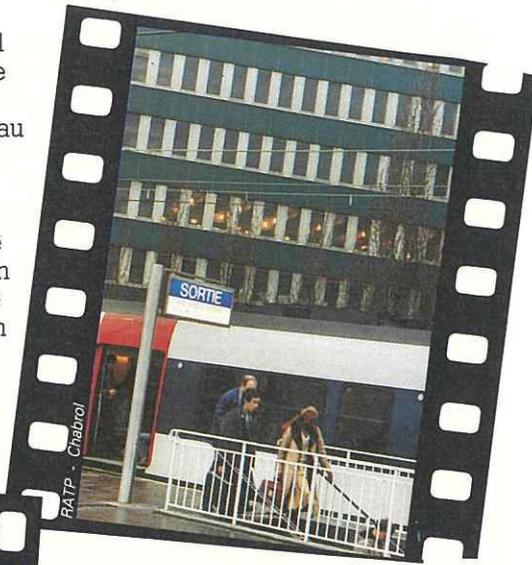
Réseaux	Nombre de voitures au parc	
	Fin 1983	Fin 1984
MÉTRO	100	1 483
• Matériel articulé renouvé.....	1 483	933
• Matériel fer moderne MF 67.....	935	927
• Matériel fer moderne MF 77.....	927	927
• Matériel sur pneumatiques.....	3 445	3 443
TOTAL.....		
RER	114	120
• Matériel Z.....	381	381
• Matériel moderne MS 61.....	152	272
• Matériel interconnexion MI 79.....	677	773
TOTAL.....		
AUTOBUS	3 859	3 783
• Matériel standard.....	55	111
• Matériel articulé.....	-6	7
• Matériel à petit gabarit.....	97	97
• Matériels à moteur arrière.....	30	28
• Minibus.....	4 047	4 026
TOTAL.....		

— sur le métro : rénovation et décoration des stations, renouvellement des ascenseurs de la station « Pré-Saint-Gervais » sur la ligne 7 bis avec utilisation d'automates programmables, poursuite du programme de rénovation et d'extension des ateliers de Saint-Ouen;

- 12 millions de francs (0,4 %) pour **participations financières** (augmentation du capital de Sofretu);
- 946 millions de francs (32,6 %) pour **la modernisation de l'exploitation et le gros entretien**, comportant un nombre important d'opérations parmi lesquelles on notera :



— *sur le RER* : adaptation à la conduite centrale du tronçon central et la branche de Marne-la-Vallée de la ligne A, poursuite du programme de suppression des passages à niveau de la ligne B, remaniement des ateliers de Boissy et de Rueil, aménagement du futur PCC de Denfert-Rochereau, mise en service du PRS de Massy-Palaiseau, création d'un accès supplémentaire à la gare de Laplace pour desservir la Maison des examens, démarrage de la construction d'un accès supplémentaire en gare d'Arcueil-Cachan;

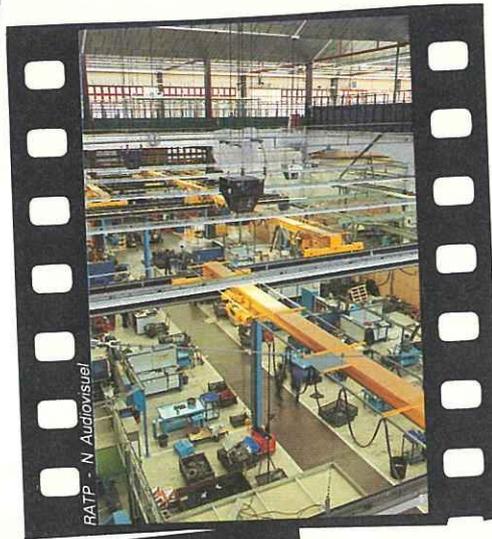


Les autorisations de programme ont été de 2 300 millions de francs.

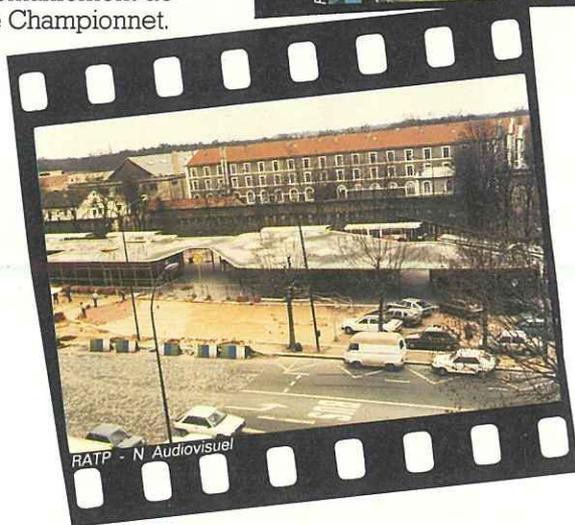
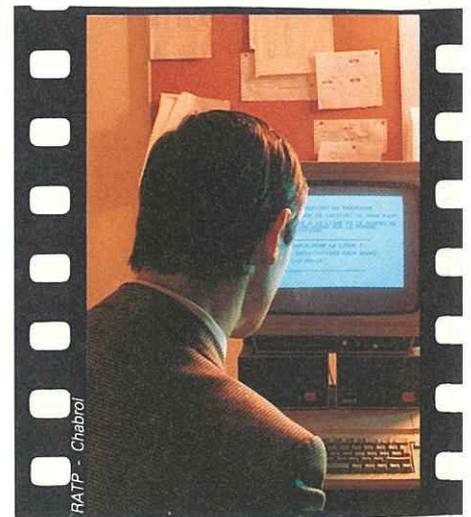
Autres activités

Parmi les autres activités de l'entreprise au cours de l'exercice 1984, nous mettons l'accent sur :

- la poursuite des études d'implantation du tramway et du système Aramis qui ont abouti, pour le premier, à la déclaration d'utilité publique de la ligne « Saint-Denis-Basilique-Bobigny » pour une mise en service en 1988 et, pour le second, à la signature du protocole d'accord entre l'État, la Région, Matra et la RATP pour la réalisation du centre d'expérimentation technique le long du boulevard Victor dans le 15^e arrondissement de Paris;
- la poursuite des travaux de recherche et développement avec, notamment, les réflexions sur le thème « Réseau 2000 » et les nouvelles générations de matériels roulants;
- le développement des applications bureautique et micro-informatique;



— *pour les autobus* : en dehors de la poursuite de l'aménagement de couloirs ou sites propres déjà mentionnée précédemment, avancement des travaux de rénovation des gares de Choisy et de Château de Vincennes, démarrage de ceux relatifs à la gare de Porte de Champerret, du remaniement de l'atelier central de Championnet.



Rétrospective 1984



RATP - Thibaut

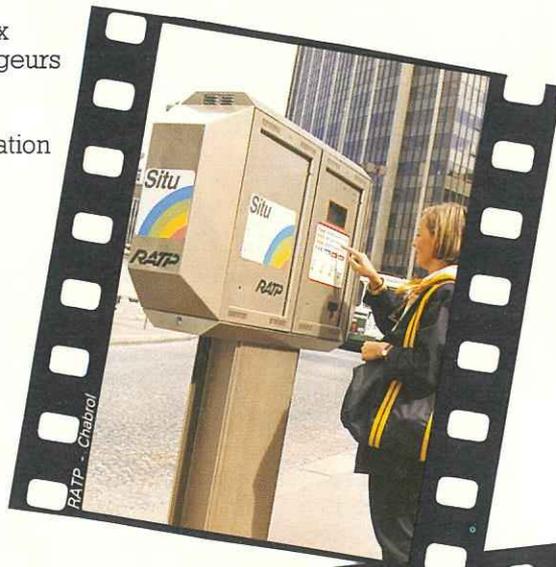


RATP - Minoli



RATP - Chabrol

- l'expérimentation de nouveaux systèmes d'information des voyageurs et des agents d'exploitation : expérience PCS sur la ligne 5 et MétroVidéo sur la ligne 1, installation de 10 appareils Situ de présérie, participation au service Télétel;



RATP - Chabrol

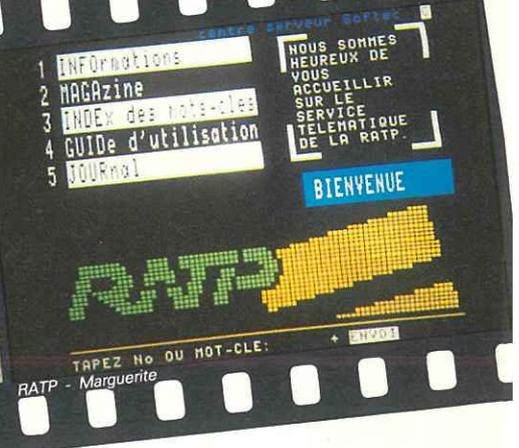
- la réalisation d'opérations commerciales : en dehors des diverses animations (Tourisme en sous-sol, La formation professionnelle dans le métro...), citons la campagne publicitaire « antipickpockets » sous forme de conseils pratiques aux voyageurs ainsi que la campagne « Bougez-bus » accompagnée de la création des « lignes contact » pour mieux faire connaître aux usagers le réseau d'autobus;



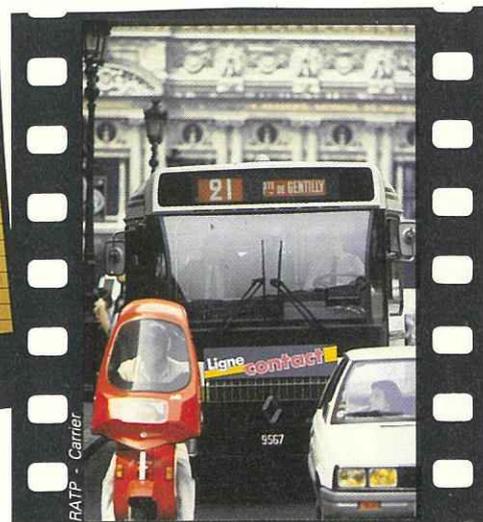
RATP - Ardailon



RATP - Ardailon



RATP - Marguerite



- l'ouverture, à la dernière rentrée scolaire de la nouvelle École technique de Noisiel qui comprend, outre l'école elle-même, un centre de perfectionnement aux techniques industrielles et un centre interdirection de séminaires;



- au niveau direction et organisation de l'entreprise, la préparation de la restructuration des services chargés des travaux d'ingénierie et de maintenance, les deux Directions des travaux neufs et des services techniques étant remplacées, au terme de cette restructuration, intervenue le 1^{er} janvier 1985, par les Directions du génie civil et des équipements électriques.



Enfin, rappelons le renouvellement du Conseil d'administration intervenu en juillet 1984 en application de la loi sur la démocratisation du secteur public, et comportant notamment l'élection de 9 représentants des salariés. Au terme de ce renouvellement, le Président Claude Quin a été, sur proposition du nouveau conseil, reconduit pour 3 ans dans ses fonctions. ■

LES SYSTEMES EXPERTS

par Daniel Robillard, *Inspecteur principal*
à la Direction des systèmes d'information et de l'organisation.

Au sein de ses activités de veille technologique et de recherche, la RATP ne pouvait ignorer les travaux et les premières réalisations en « intelligence artificielle » et notamment dans le domaine des « systèmes experts ». Dans le cadre des travaux de « Réseau 2000 », un groupe de réflexion, animé par l'auteur de l'article ci-dessous, a cherché, dans un premier temps, à mieux préciser le concept de « système expert » et la nature des expériences en cours et, dans un deuxième temps, a esquissé des champs d'applications envisageables à la RATP dans le but de sélectionner un ou deux sujets d'expérimentation permettant d'apprécier les bénéfices que l'entreprise pourrait retirer de ces nouveaux outils. Le texte qui suit, et qui ne saurait constituer une doctrine en la matière, fait le point de cette première phase de prospection.

Introduction

On ne peut plus ignorer en 1984 au moins l'existence de l'expression « système expert » qui désigne des systèmes informatiques de traitement de la connaissance par opposition aux systèmes de traitement de l'information.

Pour beaucoup les systèmes experts semblent sortir du néant. Or, ils sont le fruit des recherches en intelligence artificielle qui se poursuivent depuis vingt ans. Mais ce n'est que depuis environ deux ans que de nombreux articles de presse abordent ce thème sous ses aspects les plus divers.

Il y a deux raisons à cette émergence.

D'une part, les travaux de quelques universités (Stanford, MIT aux États-Unis) ont abouti à des réalisations dignes d'être présentées et les produits qui en sont issus ont atteint la maturité nécessaire à leur entrée dans la phase commerciale. C'est ainsi que se sont créées de nouvelles sociétés de services spécialisées en ingénierie de la connaissance, entraînant la création de départements similaires dans les SSCI (Sociétés de Service et de Conseil en Informatique) traditionnelles.

D'autre part, le Japon a lancé officiellement en 1982 un projet de recherche et développement sur les « systèmes informatiques de 5^e génération » ayant pour ambition la production dans les années 1990 de machines adaptées au traitement de la connaissance, les KIPS (Knowledge Information Processing Systems).

L'annonce de ce projet avait d'abord suscité le scepticisme voire l'indifférence des spécialistes de l'informatique aux États-Unis, ce d'autant que les Japonais ont retenu comme base de leurs travaux le

langage PROLOG d'origine française plutôt que le langage LISP majoritairement utilisé en intelligence artificielle. Toutefois, l'examen attentif du projet japonais provoqua rapidement des réactions tout d'abord en Europe (programme ESPRIT de la CEE, centre de recherche BUL-ICL-SIEMENS), puis aux USA mais, semble-t-il, sans volonté nationale.

Les systèmes experts

Les systèmes experts sont des produits informatiques issus des recherches en intelligence artificielle auxquels on demande de résoudre des problèmes comme le font les experts humains.

En fait l'informatique traite de l'information alors qu'un système expert traite de la connaissance. Pour bien saisir la différence, considérons un expert juridique auquel un client vient soumettre un problème. L'expert est supposé connaître l'ensemble des textes de loi (il peut être aidé en cela par une base de données informatique); son travail consiste à identifier les textes se rapportant au problème posé, et à en déduire des indications utiles à son client.

Dans cet exemple, l'information est représentée par les textes de loi; la connaissance est la façon dont l'expert exploite cette information pour résoudre un problème.

Dans un autre domaine, un technicien trouvera dans une nomenclature des composants d'un système électronique l'information suivante : « le sous-ensemble *alimentation* comprend un condensateur de filtrage de 4 700 µF. »

Par ailleurs il saura que : « si la tension d'alimentation présente une

forte ondulation, alors vérifier le condensateur de filtrage. »

Ainsi, un système expert se compose de deux parties qui sont la base de connaissances et le mécanisme d'exploitation de cette base (cf. figure 1).

La base de connaissances est une base de données relatives au domaine d'expertise dont la structure est toute différente de celles rencontrées dans les bases de données classiques en informatique. Les connaissances sont de deux natures : d'une part, les *faits*; d'autre part, les *règles* s'appliquant à ces faits.

Le mécanisme d'exploitation, également nommé système essentiel (système expert vierge), assure le contrôle du dialogue homme-machine, offre diverses fonctions de gestion de la base de connaissances et effectue les inférences des règles en fonction du problème posé.

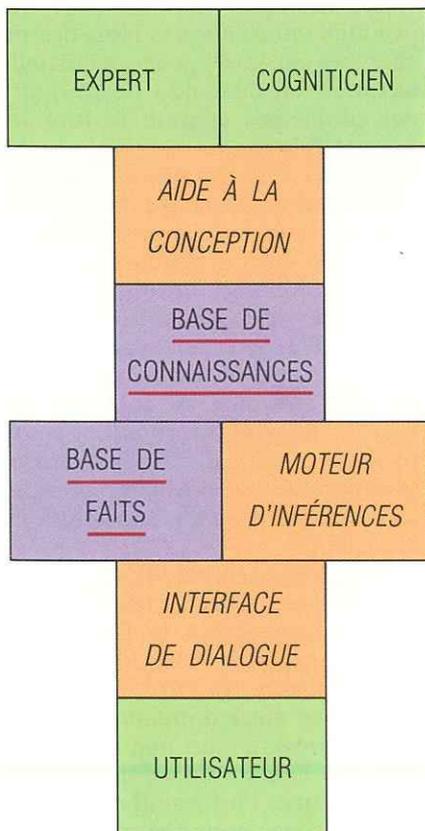


Fig. 1 - Éléments constitutifs d'un système expert : en orange : programmes informatiques; en mauve : données relatives au domaine d'expertise.

Cette dernière fonction est dévolue à ce qui est couramment appelé le « moteur d'inférences ».

Le dialogue avec l'utilisateur doit se faire dans un langage aussi proche que possible de la langue naturelle de celui-ci. Cette partie peut constituer à elle seule un système expert spécifique.

Enfin la gestion de la base de connaissances doit offrir des outils de saisie et de mise à jour ainsi que des moyens de détection des incohérences ou contradictions qui ont pu y être introduites.

Que leur demande-t-on ?

Ils doivent admettre en général deux modes de fonctionnement :

— *Le mode déductif (chaînage avant).*

A partir des connaissances propres au domaine d'expertise (faits et règles) définies par des experts humains et des données relatives au problème posé, le système expert doit être capable d'émettre des conclusions/décisions/actions (cf. figure 2).

— *Le mode inductif (chaînage arrière).*

Dans ce mode, l'utilisateur propose un but/objectif, et le système expert doit alors vérifier s'il est possible de l'atteindre, au besoin en établissant un dialogue avec l'utilisateur afin de parfaire sa connaissance.

En pratique, la plupart des moteurs d'inférences exploitent conjointement les deux modes selon la stratégie de résolution et en concordance avec la méthode de représentation des connaissances choisies par les concepteurs.

De plus, le système expert doit être capable de justifier son raisonnement. Ce point est capital, lors de la constitution de la base de connaissances, à des fins de vérification. Il l'est moins lors de son utilisation. Toutefois l'absence de cette fonction peut être à l'origine du rejet du système par manque de confiance de la part de l'utilisateur.

A noter qu'il est rare que des experts humains satisfassent cette

condition (incapacité, secret, doute). Les difficultés qu'ils éprouvent pour cela constituent l'obstacle majeur à surmonter lors de la construction d'un système expert.

Les experts ayant travaillé à la constitution d'un système expert reconnaissent que par la nécessité d'avoir eu à expliciter leur savoir, ils ont beaucoup appris sur la façon dont eux-mêmes raisonnent.

Comment fonctionnent-ils ?

Dans une application informatique classique, le programme (procédure) ne peut répondre qu'aux questions définies lors de l'analyse du système d'information. Toutes les combinaisons d'états des données sont censées avoir été analysées et programmées.

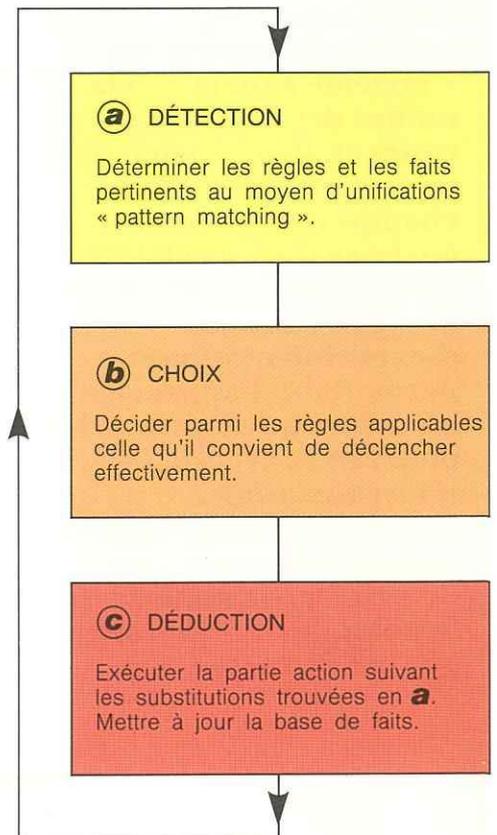


Fig. 2 - Cycle de base d'un interprète de règles fonctionnant en chaînage avant.

Dans un système expert, on fait appel à des langages déclaratifs pour la définition de la base de connaissances; seul le mécanisme d'exploitation est de type procédural, ce dernier pouvant donc en principe être utilisé pour des domaines différents avec des données spécifiques à ces domaines.

L'originalité des systèmes experts par rapport aux programmes classiques réside dans la façon dont sont représentées les connaissances.

Méthodes de représentation des connaissances

Une méthode de représentation des connaissances idéale devrait permettre de représenter tous types de connaissances. Hélas, elle ne semble pas exister. Chaque méthode a des propriétés qui la rendent plus ou moins apte à représenter certains types de connaissances.

C'est pourquoi les spécialistes s'accordent maintenant pour dire qu'avant de choisir une méthode, il convient d'étudier avec soin le domaine d'expertise afin de déterminer le mode de représentation le plus approprié.

Ces méthodes sont nombreuses, aussi ne présenterons-nous que deux d'entre elles.

Les règles de production

Elles sont de la forme : « si prémisses, alors conclusion ».

Par exemple :

Si l'animal a des plumes, alors c'est un oiseau.

Si masse > 5 t, alors interdire accès au pont.

(1) Si le canton précédent est libre, alors le feu est vert.

(2) Si les portes sont fermées et si le feu est vert, alors le train peut démarrer.

Lorsque la conclusion d'une règle est également prémisses d'une autre règle, cette dernière sera à son tour déclenchée.

Ainsi, le déclenchement de la

règle (1) conduira à évaluer la règle (2) qui sera déclenchée à son tour à condition que les portes aient été déclarées fermées.

Dans de nombreux domaines, les connaissances ne sont pas définies avec certitude. C'est pourquoi certains systèmes permettent d'associer aux faits et aux règles des coefficients de certitude, vraisemblance, plausibilité, que le moteur d'inférences exploite en cours de résolution de problème.

La logique des prédicats

Illustrons-là par un exemple sur des liens familiaux.

AGE (NESTOR) = 56
 FILS-DE (NESTOR) = ARTHUR
 FILS-DE (ARTHUR) = OCTAVE
 PÈRE-DE (FILS-DE (x)) = x

GRAND-PÈRE-DE (x) =
 PÈRE-DE (PÈRE-DE (x))
 AGE (GRAND-PÈRE-DE (OCTAVE)) ?

Le système réécrit la question en fonction des règles applicables soit :

AGE (PÈRE-DE (PÈRE-DE (OCTAVE))) ?

puis recherche dans la base les FILS-DE satisfaisant la définition

PÈRE-DE (FILS-DE (x)) = x pour PÈRE-DE (OCTAVE)

1 — x = NESTOR => FILS-DE (NESTOR) = ARTHUR
 d'où PÈRE-DE (ARTHUR) = ?

= PÈRE-DE (OCTAVE) => rejeté

2 — x = ARTHUR => FILS-DE (ARTHUR) = OCTAVE
 d'où PÈRE-DE (OCTAVE) = ?

= PÈRE-DE (OCTAVE) => accepté

La question est donc maintenant :

AGE (PÈRE-DE (ARTHUR)) ?

En appliquant le même « raisonnement », le système trouvera que le père d'ARTHUR est NESTOR et répondra 56 car c'est son âge.

La simplicité de cet exemple ne doit pas masquer que les problèmes réels nécessitent l'emploi de règles plus complexes ne serait-ce que pour prendre en compte le fait qu'un père peut avoir plusieurs fils mais qu'un fils n'a qu'un seul père.

Domaines actuels d'applications des systèmes experts

Les domaines que nous allons évoquer ont fait l'objet de réalisations expérimentales ou opérationnelles, ou bien sont à l'étude en vue d'applications à court terme.

• Médecine, biologie, chimie.

En médecine, les systèmes experts pourraient bientôt devenir des outils indispensables pour les personnels (médicaux ou non) placés dans des conditions d'isolement, par exemple milieux ruraux, pays du tiers monde, navires civils et militaires, et bien entendu pour les

assertion
 assertion
 assertion
 définition de PÈRE
 à partir du concept de FILS
 puis de celui de GRAND-PÈRE
 à partir de PÈRE
 interrogation :
 quel est l'âge du grand-père
 d'OCTAVE ?

missions spatiales à grande distance.

En France, une équipe travaille actuellement à la réalisation d'un système expert en maladies de la tomate. L'objectif est de permettre à l'exploitant agricole de procéder lui-même au diagnostic à partir de ses observations, puis d'appliquer la

thérapeutique conseillée par le système.

- *Géologie (prospection pétrolière, mécanique des sols).*

La plupart des grandes sociétés de prospection pétrolière ont développé des systèmes experts pour faciliter l'interprétation des résultats de forages.

- *Mathématiques (démonstration de théorèmes).*

- *Recherche documentaire, bases de données réglementaires.*

Ce domaine est l'exemple type illustrant les possibilités de l'informatique en matière de stockage massif de l'information. Mais la recherche et la mise à jour restent fastidieuses car fondées seulement sur des notions de thèmes associés à des mots-clés. Ces bases de données contiennent implicitement la solution d'une infinité de problèmes. Leur redéfinition sous forme de base de connaissances autorise la recherche directe des solutions, plutôt que des informations censées contenir les éléments de solutions aux problèmes posés.

- *Analyse de circuits électroniques.*
- *Diagnostic de pannes, maintenance.*

- *Choix de configurations d'ordinateurs.*

Certains constructeurs d'ordinateurs, qui ont été parmi les premiers à expérimenter les systèmes experts dans ces secteurs, proposent maintenant ces services à leur clientèle.

- *Aide à la décision (civile et militaire).*

L'aide à la décision intéresse beaucoup les militaires confrontés à des problèmes de corrélation d'informations de provenances et de natures diverses, et de plus affectées d'incertitude.

Dans ce même secteur, se développent actuellement des systèmes experts à objectifs multiples (conduite, formation du personnel, simulation, maintenance) pour aider à la maîtrise des installations complexes et critiques comme les centrales nucléaires.

- *Analyse financière (choix d'investissements).*

- *Analyse sémantique, traduction.*

Le dialogue homme-machine pla-

cé sous la dépendance d'un système expert améliore considérablement l'accès à l'informatique pour les populations non initiées. Ce mode d'accès, en permettant à l'utilisateur d'exposer directement son objectif, met fin aux cascades de menus dont on ne parvient plus à se sortir (cf. TELETEL).

- *Reconnaissance de formes, robotique.*

Dans certaines applications, comme la reconnaissance de formes, le système expert n'est qu'un maillon d'une chaîne de processus, mais les concepts et les méthodes de représentation des connaissances qui y sont utilisés sont susceptibles de prendre place à d'autres niveaux.

- *Enseignement.*

L'enseignement est un secteur d'application évident des systèmes experts. Ils y sont déjà utilisés, notamment en médecine. Un système expert constitue un professeur toujours disponible, s'adaptant avec souplesse au niveau de l'élève, sans chouchou ni tête de turc et d'une infinie patience.

- *Contrôle de commandes et factures.*

D'une manière générale, l'approche « système expert » convient particulièrement bien dans les domaines où le nombre de paramètres est élevé et conduit à une explosion combinatoire impossible à maîtriser par des moyens algorithmiques.

L'homme parvient malgré cela à prendre des décisions qui, si l'on ne peut affirmer qu'elles soient les meilleures, s'avèrent être en pratique parmi celles-ci. Pour y parvenir, il a recours aux connaissances acquises non seulement par l'enseignement, mais aussi et surtout par l'expérience pratique, par les suites de tentatives, ses échecs aussi bien que ses succès, ses intuitions. Il acquiert ainsi une compétence fondée sur des heuristiques qui, une fois traduites sous forme de règles, donneront au système expert un comportement analogue à celui de l'expert humain.

Les domaines qui impliquent des réactions parfaitement définies consécutives à des événements aléatoires, comme c'est le cas dans les

systèmes de surveillance, constituent un second secteur d'applications.

Perspectives

« Les experts sont les individus les plus onéreux de notre société. »

Cette phrase d'Edward Feigenbaum, l'un des pionniers en la matière, traduit une évidence pourtant longtemps négligée. Pour s'en convaincre, il suffit de songer aux années nécessaires à la formation purement scolaire des médecins, juristes, ingénieurs pour ne citer que ceux-là, auxquelles il faut encore ajouter de nombreuses années de pratique pour parvenir à leur attribuer le label de compétence réelle.

Récemment, un responsable d'une grande compagnie constructrice d'ordinateurs évoquait le cas d'une compagnie d'assurance qui après avoir informatisé la totalité de sa gestion trouva dérisoire le gain de productivité ainsi réalisé. L'analyse ayant appris que la première annuité de prime servait à couvrir les frais d'intervention de l'inspecteur, il devint évident que toute réduction de la durée de cette intervention aurait des conséquences très positives. Or, l'inspecteur d'assurance est un expert dont la mission est de rédiger un contrat selon les règles complexes en vigueur dans son domaine et en tenant compte des spécificités du client. La conclusion fut de doter les inspecteurs d'un système expert pour les assister dans leur tâche.

Cet exemple laisse entrevoir les bouleversements que vont subir certaines professions maintenues jusqu'à présent à l'écart de l'informatisation.

Outre les motivations purement économiques, l'introduction des systèmes experts dans notre société permettrait de répondre aux aspirations d'un grand nombre en offrant un bien meilleur accès à la connaissance.

En effet, qui ne s'est jamais trouvé dans une situation l'amenant à regretter son ignorance dans tel ou tel domaine ? Qui encore ne

s'est jamais trouvé contraint de rechercher une information cachée dans un fatras d'autres informations en étant dans l'incapacité de choisir celles qui sont pertinentes ?

Enfin l'homme est inconstant, il se fatigue, il oublie, il est parfois sensible à la « tête du client », défaut que n'ont pas les ordinateurs. De plus, il n'est pas toujours capable de tirer toutes les conclusions induites par un changement de ses connaissances.

Les Japonais qui ont lancé le projet dit de « la 5^e génération » ont compris que l'un des maux dont souffre notre société industrielle est l'étouffement par excès d'informations, les systèmes informatiques traditionnels n'ayant réussi qu'à les rendre plus disponibles sans pour autant nous aider à les digérer. Ils ont également compris que les machines et les langages de l'informatique actuelle, s'ils conviennent au traitement de l'information, sont par contre inadaptés au traitement de la connaissance. D'où leur ambitieux projet devant conduire à la conception et à la réalisation de systèmes informatiques nouveaux fondés sur la représentation et le traitement des connaissances. Ces systèmes devraient voir le jour durant la prochaine décennie.

Les difficultés

Elles sont de nature technique et socio-psychologique. Ces dernières qui existent toujours dès qu'il s'agit de modifier un environnement de travail, ont souvent été négligées par le passé, mais pourront difficilement l'être avec l'introduction des systèmes experts, compte tenu de la catégorie sociale des personnes impliquées.

Difficultés techniques

Comme il a déjà été dit par ailleurs, les machines et les langages dont nous disposons actuellement sont mal adaptés à la représentation et au traitement des connaissances. D'où le problème posé par le choix du langage de programmation et,

plus généralement, du système hôte.

Les chercheurs travaillant en milieu universitaire ont une préférence très nette pour le langage LISP. Ce langage, déjà ancien, n'est hélas disponible que sur des gammes de machines peu répandues dans l'informatique professionnelle. De plus, certaines faiblesses de LISP ont favorisé l'éclosion de nombreux dialectes apparentés, ce qui ne favorise pas la portabilité des applications.

Le langage PROLOG, de conception plus récente et française, semble susciter de grands espoirs depuis que les Japonais promoteurs du projet de « la 5^e génération » l'ont choisi comme base de développement. PROLOG a été conçu pour la programmation logique (logique des prédicats), il comporte de ce fait son propre moteur d'inférences.

On assiste depuis peu à la création de sociétés spécialisées ou de départements dans des sociétés de services en informatique, dont l'objectif est de produire des systèmes experts sur commande. Des impératifs d'ordre économique imposent à ces sociétés une approche pragmatique du problème. C'est pourquoi leurs réalisations s'appuient sur l'utilisation de langages plus répandus tels PL1 ou PASCAL, garantissant une meilleure portabilité ainsi qu'une maintenance plus aisée.

Toutefois, la situation évolue rapidement et l'on trouve maintenant LISP et PROLOG sur la plupart des systèmes.

En outre, le langage de programmation n'est pas neutre vis-à-vis des méthodes de représentation, d'utilisation (moteur d'inférences) et d'acquisition des connaissances.

Enfin et surtout, il n'existe pas de système essentiel universel. Par conséquent, il convient d'étudier soigneusement le domaine d'application avant de fixer son choix sur le type de moteur d'inférences qui semble le plus approprié.

Difficultés socio-psychologiques

Le point le plus délicat de la constitution d'un système expert est le transfert des connaissances de l'expert humain vers la machine. Tout d'abord le transfert ne pourra se faire que si l'expert est consentant.

Un expert éprouve souvent de grandes difficultés pour exprimer son savoir, il doit être aidé pour cela par un « ingénieur de la connaissance » (*). Ce dernier représente une « nouvelle race » d'expert et doit posséder des qualités et des compétences qu'il est peu courant de rencontrer chez une même personne. En effet, il doit être informaticien, connaître parfaitement les méthodes de représentation des connaissances, avoir des notions suffisantes du domaine traité, et être aussi bon psychologue, son rôle étant celui d'un intermédiaire devant assurer le passage des connaissances de l'expert humain vers le système expert.

Les sentiments que peut éprouver un expert dont la connaissance vient d'être transférée dans une machine dépendent entre autres de l'usage auquel est destiné le système, mais pour beaucoup du statut de l'expert dans la société.

Or certaines corporations (médecins, juristes...) jouissent encore de nos jours d'un quasi-statut de caste dans la mesure où le recours à leur prestation est imposé, soit par des règles sociales, soit par la loi. Ceux qui aspirent à s'affranchir de cette dépendance éprouveraient un réel soulagement si, par exemple, ils disposaient de systèmes experts juridiques. Mais quel serait alors la réaction du corps des juristes ?

On peut supposer que les experts, conscients du risque de se voir supplantés par des machines, se réservent l'usage de celles-ci. C'est en fait la seule voie ouverte actuellement, car les systèmes experts présentent encore des défauts que seul un expert humain peut pallier.

Dans l'aide au dépannage, le

(*) Encore appelé « cogniticien ».

technicien dont le travail sera d'entrer dans le système les symptômes observés puis d'intervenir conformément aux instructions de la machine ne tardera pas à se sentir frustré ; puis, progressivement, aura l'impression (justifiée ?) de se déqualifier.

Cette vision est probablement trop pessimiste car, comme pour les bases de données, les bases de connaissances ont besoin d'être mises à jour et restructurées. Or cela ne peut être fait sans les experts du domaine considéré ; par conséquent, ceux-ci, non seulement ne doivent pas disparaître, mais doivent conserver tous leurs moyens.

Une autre vision plus optimiste découle du fait qu'un système expert n'est que le reflet des connaissances de son auteur. Or les experts ne sont pas toujours d'accord sur l'interprétation à donner d'un ensemble de faits. On cite par exemple un système expert qui, face à un groupe d'experts n'ayant pas participé à sa réalisation, se trouva être en accord avec ceux-ci dans 70 % des cas. Quand aux 30 % de désaccord, il apparut que sur ces cas, les experts n'étaient eux-mêmes pas d'accord.

Ainsi se trouve posé le problème de la contre-expertise, qui peut apparaître dans d'autres situations. Par exemple un constructeur de systèmes informatiques utilise un système expert pour choisir, parmi les nombreuses possibilités, la configuration qui semble la mieux appropriée aux besoins exprimés par son client. Mais le système ayant été réalisé par le fournisseur, le client est en droit d'avoir des doutes, car il n'a pas l'assurance que ses intérêts et ceux du fournisseur sont convergents.

Reste le cas des systèmes experts de grande diffusion. Ceux-ci apparaîtront vraisemblablement rapidement par le biais de la micro-informatique et par l'évolution des bases de données « grand public ». Il est probable que les usagers utiliseront ces systèmes au-delà de leurs besoins immédiats, pour en faire un outil d'élargissement de leur connaissance.

Toutefois, ceux qui concevront et

qui entretiendront ces systèmes auront aussi la maîtrise des connaissances et des raisonnements, donc le pouvoir d'orienter les conclusions.

L'introduction des systèmes experts devra donc se faire avec prudence en ayant soin d'analyser au préalable les conséquences possibles sur les plans psychologique, sociologique et organisationnel. Il serait en effet paradoxal que l'avènement des machines « intelligentes » conduise à justifier la boutade définissant l'intelligence artificielle (des machines) comme étant un remède à la stupidité naturelle (des hommes).

Et la RATP

L'introduction des systèmes experts pourrait être envisagée dans de nombreux secteurs.

Tout d'abord pour l'aide au dépannage des installations complexes mécaniques, électriques et électroniques. Certains constructeurs d'ordinateurs les utilisent déjà pour leurs propres matériels et, aux USA, General Electric en utilise un pour le diagnostic de pannes des locomotives.

Ensuite dans les secteurs dont l'activité est régie par une réglementation complexe, dont l'application nécessite une interprétation délicate du fait de son évolutivité et de son large champ d'application. Une telle définition touche les secteurs de la gestion (personnel, finance, planification, etc.). Par exemple, on pourrait imaginer de doter la Direction du personnel d'un système expert qui l'aiderait à analyser les répercussions des modifications de réglementation envisagées ou, à l'inverse, retrouver les clauses responsables d'une situation donnée.

L'aide à la décision pourrait également être expérimentée dans les secteurs de l'exploitation qui pourraient en tirer profit aussi bien pour l'entreprise que pour l'utilisateur des transports. Un système expert ayant pour base de connaissances les faits et règles propres à chaque type d'exploitation offrirait une aide ap-

préciable aux responsables en leur permettant d'évaluer plus rapidement qu'à l'heure actuelle les conséquences d'une décision ou en leur indiquant les conditions nécessaires à la réalisation des objectifs qu'ils se seraient fixés.

Il est vrai que l'absence ou la disparition de certaines personnes occasionne des perturbations parfois graves dans les organisations les mieux réglées. Ceci est dû au fait que l'efficacité de certaines actions repose sur des fondements empiriques difficilement exprimables ou sur la transgression inavouable des règlements. De même, les connaissances acquises en plusieurs années par une population constituent un potentiel considérable. Mais leur dispersion dans une multitude de cerveaux les rend difficilement utilisables. Un système expert exploitant cette connaissance constituerait une mémoire collective d'une richesse et d'une efficacité incomparables.

Conclusion

Les systèmes experts apparaissent comme des systèmes informatiques susceptibles d'un développement rapide durant les prochaines années (cf. 5^e génération).

Déjà la centaine de réalisations de par le monde (dont bien peu il est vrai sont opérationnelles) laisse augurer un fort impact dans les secteurs où l'informatique traditionnelle s'est révélée impuissante.

En effet, l'informatique telle que nous la connaissons ne peut traiter que des problèmes parfaitement formalisés et déterminés. Or beaucoup de problèmes comme la prise de décision se situent dans des domaines où l'information est incertaine, changeante et/ou la combinaison est dite explosive.

D'autre part, le cadre rigide et peu naturel qu'imposent les moyens et les méthodes usuels de l'informatique constitue une gêne à sa pénétration et à son acceptation dans les milieux peu sensibles au mode de pensée qu'elle implique (*comment programmer le « peut-être » et le « pourquoi pas » ?*)

En fait les utilisateurs supportent mal que la machine leur impose à travers le programme d'application une démarche logique élaborée à partir de contraintes techniques et méthodologiques étrangères à leur domaine de compétence.

C'est pourquoi les systèmes de traitement des connaissances devraient permettre de réaliser des interfaces (médiateurs) donnant à l'utilisateur le pouvoir de conduire la machine par l'expression de son besoin au lieu d'être contraint de cheminer dans les arcanes des procédures rigides actuellement imposées.

D'aucuns ont le sentiment que la lourdeur, la rigidité et les insuffisances de la technique et des méthodes de l'informatique actuelle ne sont pas une fatalité mais sont la conséquence de l'hégémonie de quelques constructeurs qui, dans un contexte de concurrence effrénée, fournissent des produits plus destinés à occuper le marché qu'à le satisfaire.

Le comportement des grands constructeurs de systèmes informatiques à l'annonce du projet japonais est significatif à cet égard. En effet, au fur et à mesure de leur prise de conscience de la nature et des conséquences du projet japonais, ils ont en peu de temps glissé du scepticisme à l'inquiétude. C'est ainsi que des grands de l'informatique, tels IBM et DEC, qui disposaient déjà de systèmes experts pour leurs propres besoins, se sont

mis à l'écoute de leurs clients et se mettent en mesure de leur offrir des solutions qui tiennent compte de cette nouvelle dimension de la technique informatique.

Sans attendre l'avènement des KIPS, il est possible dès aujourd'hui de réaliser des systèmes experts opérationnels dans des domaines variés pour lesquels l'informatique usuelle est inadéquate.

Bien que les systèmes experts soient nés aux USA, la situation de la France n'est pas mauvaise car, dès leurs premiers succès, les chercheurs d'outre-Atlantique se sont empressés de tirer des profits commerciaux de leurs produits délaissant ainsi la recherche théorique. En conséquence, les chercheurs français ont pu prendre une certaine avance (cf. PROLOG) qu'il serait regrettable de perdre.

Quelques pôles de compétence sont bien établis, tant dans des universités et centres de recherches (Orsay, Paris, Aix-Marseille, Chambéry, INRIA), que dans des sociétés de services (CAP-SOGETI, SEMA, CIMSA, FRAMENEC), dont les travaux se situent dans des domaines aussi variés que la prise de décision en commandement militaire, le diagnostic des maladies de la tomate, l'enseignement des mathématiques.

Toutefois, le pont entre ces centres de compétences et les utilisateurs potentiels de systèmes experts a besoin d'être renforcé. De grandes entreprises comme la

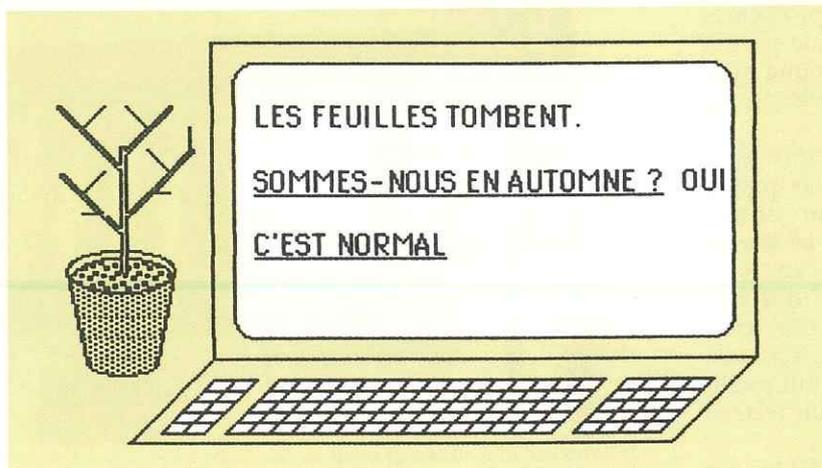
RATP pourraient assurer ce renfort en se dotant maintenant des moyens techniques et humains nécessaires à la réalisation de systèmes experts.

Ces systèmes, aux ambitions modestes, permettraient peut-être de donner satisfaction à un certain nombre d'utilisateurs tout en permettant à la RATP de ne pas être dépassée par les événements lorsque les systèmes de 5^e génération bouleverseront le paysage informatique.

Déjà, diverses personnes ont manifesté leur intérêt pour les systèmes experts et ont émis le souhait que la RATP mette en place rapidement une structure de conseil et de coordination à la Direction des systèmes d'information et de l'organisation (cf. réunion Comité directeur Réseau 2000 du 5-7-84).

Les domaines susceptibles d'être abordés à la RATP sont les suivants :

- aides à la décision et formation aux procédures d'exploitation (réseau ferré, réseau routier);
- aides au diagnostic en dépannage (matériels mécaniques, électriques, électroniques);
- aides à la décision en général (procédures administratives et méthodologiques, réglementation, banques de connaissances);
- interfaçage convivial des applications informatiques (renseignement des voyageurs, GIA);
- enseignement professionnel. ■



EXPÉRIMENTATION D'UN DISPOSITIF DE SYNTHÈSE VOCALE SUR UN ÉLÉMENT MS 61 DE LA LIGNE A DU RER

par **Serge Guibereau**, Ingénieur chef de division
à la Direction du réseau ferré.

Introduction

Un grand nombre de sociétés de transport ont déjà, depuis des années, mis en service des lecteurs de cassettes pour annoncer les points d'arrêt ou les stations dans les autobus, les tramways ou dans les véhicules de métro.

Ces expériences ont toutes démontré que :

- la capacité de mémoire des cassettes à bandes est insuffisante ;
- le temps d'accès à l'information (nom de la station, etc.) est beaucoup trop long ;
- les coûts d'entretien dus à l'usure et à l'environnement des pièces mécaniques sont considérables ;
- la gestion des cassettes est une contrainte pour l'exploitant (stockage, mise à jour, remplacement des bandes usées...).

Une solution à ces problèmes semble pouvoir être fournie par les systèmes entièrement statique mettant en œuvre des synthétiseurs de parole.

Aujourd'hui, on peut dire sans hésiter que la qualité de la parole synthétique a atteint un niveau étonnant. Le rendu de la parole n'est plus à comparer à ces voix robotisées monotones et difficilement compréhensibles des premières expérimentations. La voix synthétique peut aujourd'hui rivaliser avec celle émise par un lecteur de cassettes à bandes.

Le 29 juin 1983, la RATP lançait

un appel d'offres pour l'étude et la fourniture d'un prototype de système d'annonces aux voyageurs, mettant en œuvre des synthétiseurs de parole sur le matériel roulant MS 61.

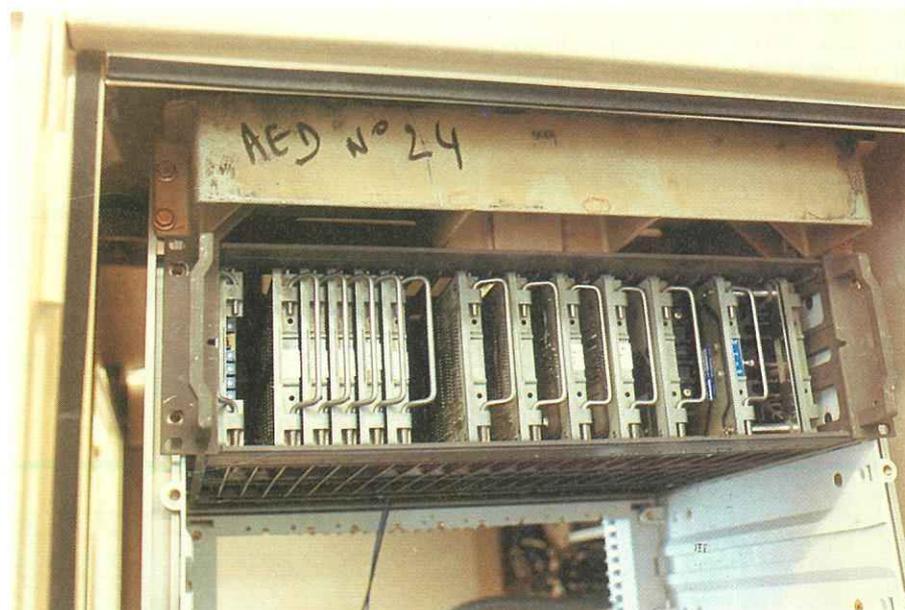
L'objectif fixé aux constructeurs par le service du matériel roulant était l'étude et la mise au point d'un système de synthèse vocale réalisé avec des composants statiques, devant être fiable et quasiment transparent pour l'exploitant ; le système devait être à commande automatique programmé par microprocesseur et ne pas nécessiter, en particu-

lier, l'utilisation de balise sur la voie autre que celle déjà installée.

L'offre retenue fut celle de la Société SILEC.

C'est le système conçu et réalisé par cette société en collaboration étroite avec le département des études électriques du service du matériel roulant du réseau ferré qui est présenté dans les pages suivantes (*voir illustration 1*)

Débutés en juin 1984, les essais ont abouti, après de nombreuses expérimentations en ligne et en laboratoire, à la présentation du système en décembre 1984.



1. Le boîtier du synthétiseur vocal est placé dans la partie supérieure de l'armoire électronique située dans le compartiment à bagages, derrière la cloison de loge de la motrice n° 15 235 du MS 61.

Quelques rappels sur les techniques de la synthèse de la parole

Réaliser la synthèse vocale consiste à reproduire la parole à partir d'éléments isolés qui décrivent en tout ou partie la séquence vocale à émettre (à la limite, un enregistrement magnétique peut être considéré comme un procédé de synthèse puisque la production vocale se fait sans intervention de l'homme, par restitution sur un magnétophone). La méthode consiste à reproduire n'importe quel texte, avec le minimum d'éléments, ce qui ne peut se faire que par l'application de règles de reconstitution.

Il est recensé trois grands procédés de synthèse de la parole :

- la synthèse par éléments acoustiques ;
- la synthèse par mots ;
- l'analyse-synthèse.

La synthèse par éléments acoustiques

On transforme en paroles une suite d'unités phonétiques sans restituer la voix d'un locuteur donné. On dispose d'un dictionnaire d'unités élémentaires de paroles et la synthèse se fait par juxtaposition de ces unités élémentaires.

Les deux techniques les plus connues sont celles de la synthèse par phonèmes et de la synthèse par diphonèmes.

Synthèse par phonèmes

Dans le souci de simplifier la description des langages, les linguistes ramènent à un très petit nombre les sons les constituant. Ces sons de base, les *phonèmes*, sont au nombre de 37 dans la langue française et ils permettent de reconstituer les 70 000 mots du dictionnaire usuel du Français.

La synthèse par phonèmes n'en est encore qu'au stade des recherches ; le débit est très faible (40

à 100 bits/seconde) et les intonations sont absentes (voix robotisée).

Synthèse par diphonèmes

Le *diphonème* désigne l'ensemble formé par l'association de deux phonèmes. Concrètement, le diphonème représente l'expression du mouvement de l'appareil phonatoire ; c'est en somme un son de transition entre le centre d'un phonème et le centre du phonème suivant.

La synthèse par diphonèmes fait l'objet de nombreuses applications. Il suffit de disposer d'un dictionnaire de 1 200 diphones pour diffuser n'importe quel message de la langue française.

La synthèse par mots

La synthèse par mots consiste en la restitution, par microprocesseurs interposés, de mots initialement prononcés par une voix humaine, puis stockés en mémoire après avoir été analysés, digitalisés et « comprimés » à l'aide d'algorithmes mathématiques.

Les systèmes de synthèse par mots sont les plus répandus pour l'instant au niveau des équipements disponibles. Cette synthèse consiste à juxtaposer les éléments de base les uns à la suite des autres avec pour difficultés principales la liaison d'un mot au suivant pour obtenir une parole continue et l'intonation artificielle pour conserver la nature de la voix.

Le synthétiseur restitue la parole comprimée : on ne code plus l'amplitude du signal mais seulement certaines caractéristiques fréquentielles et certains paramètres de la voix. Une seconde de parole est stockée dans 600 bits à 2 400 bits.

Trois méthodes existent :

- la synthèse par codage par prédiction linéaire (LPC : Linear Predicting Compression) ;
- la synthèse par formants ;
- la synthèse par canaux.

L'analyse synthèse

Le message à reproduire est analysé, mis en mémoire numérique et restitué, éliminant ainsi tous les problèmes liés à la concaténation.

La synthèse est une synthèse temporelle ; c'est la forme d'onde qui, mémorisée après compression, est reconstituée avec éventuellement duplication de périodes quasi-semblables afin d'économiser du champ mémoire.

Le procédé de transmission utilisé est le MIC (Modulation par Impulsions Codées) ; il nécessite un débit de 32 ou de 64 kbits/seconde.

Le message enregistré sur bande ou cassette magnétique est découpé toutes les 125 millisecondes. L'échantillon prélevé est alors traité (compression) et codé sur 8 bits. Ces 8 bits, représentatifs de l'amplitude du signal à un instant donné, sont ensuite mémorisés dans une mémoire (EPROM).

C'est ce procédé, développé par la Société SILEC, qui a été retenu pour l'expérimentation de synthèse vocale sur un élément MS 61.

Avantages, limites et contraintes des différents procédés de synthèse

Les systèmes actuellement disponibles sur le marché présentent des avantages mais aussi des limites et contraintes liées à la technologie retenue. Les diverses techniques de codage ne sont pas toutes facilement applicables à ces différents procédés de synthèse.

Synthèse par éléments acoustiques

La *synthèse par phonèmes* ou sons élémentaires est, comme nous l'avons déjà dit, parfaitement désagréable et souvent inintelligible.

La *synthèse par diphonèmes* est une formule séduisante pour une raison essentielle : un seul et même dictionnaire de diphones résidant une fois pour toutes en mémoire permet de synthétiser n'importe

quel message en Français et ce à partir directement d'un ordinateur.

La qualité de la voix est assez médiocre. Cette synthèse est utilisée pour les vocabulaires importants (supérieurs à 500 mots).

Synthèse par mots

Cette synthèse permet d'obtenir un grand nombre de phrases pour une mémoire donnée.

L'introduction en mémoire de nouveaux mots nécessite de refaire toute l'analyse, tout le codage avec la même voix que pour les autres mots enregistrés. L'inconvénient de cette méthode est qu'un mot donné est prononcé de la même manière dans des contextes différents. Ce problème doit être traité lors de l'enregistrement.

Cette méthode n'offre pas pour l'instant la possibilité de constituer soi-même son propre dictionnaire. En effet, la génération du vocabulaire est, aujourd'hui encore, une opération relativement longue et coûteuse et doit être réalisée dans un laboratoire spécialisé.

La qualité de la parole produite par ces systèmes est excellente lorsque les phrases sont analysées de manière globale; par contre l'intonation peut être moins satisfaisante lorsque les phrases sont obtenues par juxtaposition de mots.

Ces systèmes sont particulièrement bien adaptés lorsque le vocabulaire est de taille limitée et l'application répétitive (vocabulaires inférieurs à 500 mots).

L'analyse synthèse

C'est un procédé ayant une très bonne intelligibilité, un très bon agrément d'écoute, mais qui nécessite un nombre d'emplacements mémoire assez important. Pour stocker une seconde de parole, il faut une mémoire de 8 k-octets environ (pour un débit de 64 kbits/seconde).

Ce système permet de synthétiser n'importe quel son (voix masculine, voix féminine dans toutes les langues, musiques, etc.).

La modification ou la création d'un texte est quasi-instantanée: l'utilisateur a la possibilité de créer lui-même ses messages à partir d'un équipement simple.

L'expérimentation proprement dite de la synthèse vocale sur le matériel roulant MS 61

Objet

Le but recherché pour l'ensemble embarqué sur une rame est la diffusion, à l'intention des voyageurs, d'informations parlées, stockées sous forme synthétisée.

Dans l'immense majorité des cas, le contenu de ces informations est en relation directe avec le déroulement normal des missions et leur déclenchement est automatique. Toutefois, accidentellement, certaines annonces motivées par des incidents de parcours peuvent être déclenchées manuellement par le conducteur.

Annonces normales

Annonce de la prochaine station

Dès que la rame quitte une gare, un indicatif musical précède l'énoncé de la prochaine gare desservie. Par exemple (ligne A du RER):

« *Prochain arrêt: Saint-Maur-Créteil* ».

Ensuite, à 250 m environ avant l'arrivée à quai, le nom de cette gare est à nouveau diffusé, mais sans signal d'attention:

« *Saint-Maur-Créteil* ».

A l'arrivée de la dernière gare de la mission, le nom de cette gare est diffusé, suivi de l'indicatif de « terminus »:

« *Boissy-Saint-Léger, Terminus* ».

Enfin, lorsque le train s'immobilise à quai à la gare « terminus », le dernier message du programme mémorisé est lancé:

« *Terminus, tout le monde descend* ».

Annonces spéciales de mission

Aux gares de « *Nation* » et « *La Défense* » qui précèdent la sépara-

tion de la ligne en deux branches, les annonces prennent une forme différente de celle énoncée au paragraphe précédent.

Au départ des gares précédentes, sont bien annoncées suivant les cas: « *Prochaine station: Nation* » ou « *La Défense* », mais la répétition avant l'entrée dans ces gares est remplacée par un avis beaucoup plus long, relatif à la mission particulière du train:

« *Au-delà de la Défense, ce train...* »

Annonces diverses

Le conducteur de la rame peut, à tout moment, faire diffuser dans les voitures certains avis relatifs à des conditions particulières d'exploitation. Il lui suffit de sélectionner le message approprié parmi huit de ces avis mémorisés dans l'ensemble de synthèse et d'en lancer la diffusion:

« *Votre attention SVP, c'est le conducteur qui vous parle: un incident technique m'oblige à...* »

Ces annonces hors-programme ne modifient pas le déroulement ultérieur des annonces de parcours. Elles ont la priorité sur les annonces de station et de mission.

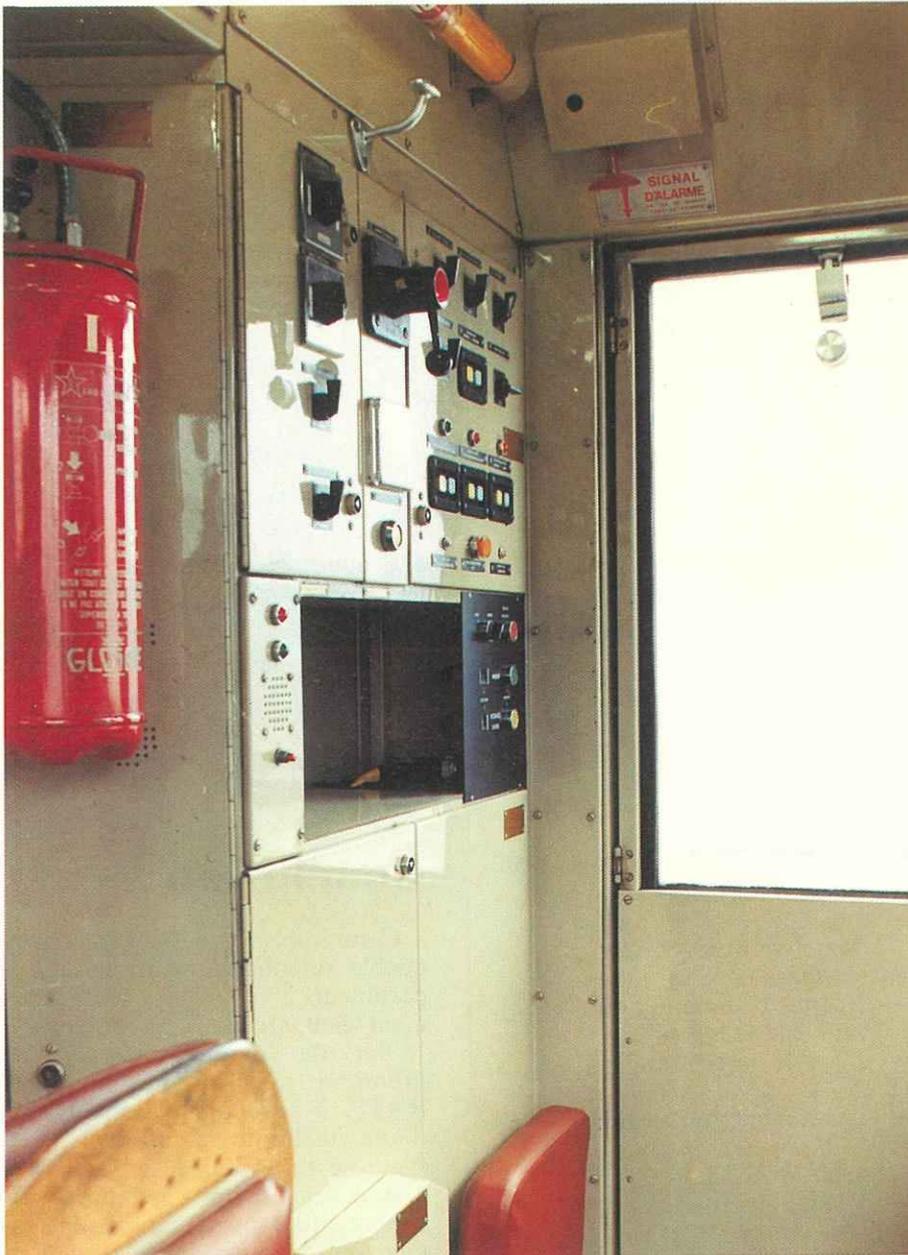
Mécanisme de déclenchement des annonces

Sélection préalable du programme

Avant le départ d'une mission, le choix du programme des annonces à diffuser au cours de celle-ci est assuré par l'affichage de son numéro de code. En plus de ce choix, un certain nombre de paramètres doivent coexister et être transmis au système de synthèse:

- mise sous tension du système d'annonces synthétisées;
- alimentation du circuit d'ouverture des portes différenciées droite ou gauche;
- train à l'arrêt, portes ouvertes.

Les conditions étant remplies, le conducteur valide la mission au quai



2. Platine de commande du dispositif de synthèse vocale du MS 61 placée sur la cloison de loge (au centre de la photo).

La platine de commande comprend :

- 2 roues codeuses pour la sélection des missions,
- 1 roue codeuse pour la sélection des messages divers,
- 1 bouton poussoir de validation des messages divers,
- 1 commutateur marche/arrêt.

de départ à l'aide d'un bouton poussoir situé sur la platine de commande.

Sur la rame expérimentale, le codeur de mission est situé sur la platine de commande installée sur la cloison de loge (voir illustration 2).

A terme, quand le conducteur composera le numéro pour le dispositif de code mission installé sur le fronton des motrices, l'information sera transmise non seulement au système SACEM (Système d'Aide à la Conduite, à l'Exploitation et à la Maintenance) mais également au système d'annonces synthétisées.

Localisation d'un train sur la ligne

La position par rapport à une origine est directement liée au nombre de tours de roues effectués depuis cette origine. Comme, sur un essieu de la motrice, un système tachymétrique fournit une tension triphasée de fréquence liée à la vitesse de rotation, il suffit de compter, sur l'une des phases, le nombre de périodes générées depuis une origine pour connaître la distance séparant la rame de cette origine à l'instant du comptage.

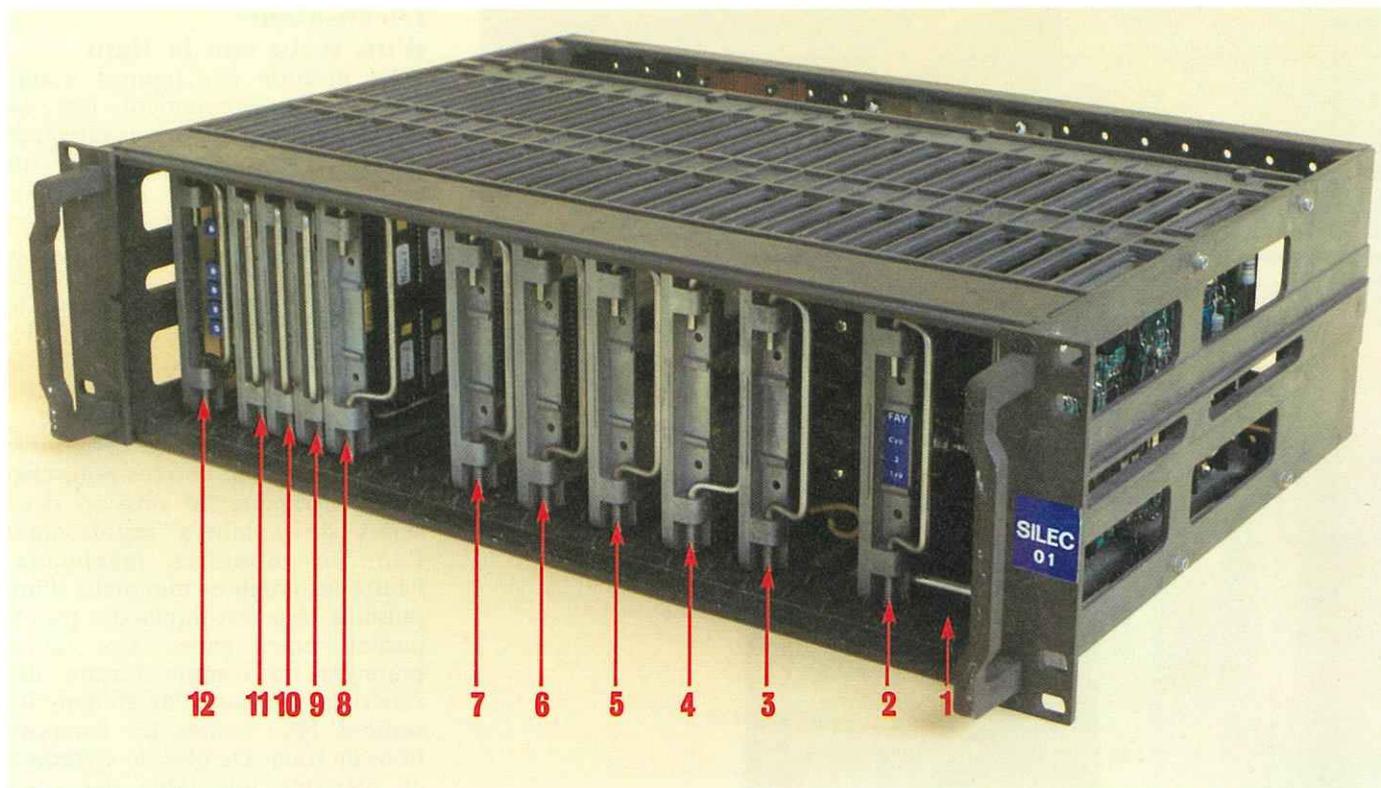
Dans la mémoire de l'ensemble de synthèse, sont entrées pour chaque programme de mission deux séries de nombres représentant l'une les nombres maximaux, l'autre les nombres minimaux d'impulsions caractéristiques des trajets partiels entre gares. Ces tables prennent en compte l'usure des roues, la position d'arrêt dans les stations pour toutes les compositions du train. De plus, le système a en mémoire une table des côtés d'ouverture des portes dans chaque gare.

Les déclenchements des annonces sonores en sortie de gare, puis à l'entrée de la gare suivante, sont commandés à partir d'une logique ayant mémorisé, dans le premier cas (sortie de gare), une distance correspondant à environ une quarantaine de tours de roues, dans le deuxième cas (entrée de gare), un nombre d'impulsions reçues du système tachymétrique choisi entre les nombres maximaux et minimaux mémorisés dans les tables.

Autres paramètres utilisés pour l'automatisation du synthétiseur vocal

Le comptage, élaboré à partir du transmetteur de vitesse, qui constitue la donnée de base du programme de reconnaissance automatique, doit être effectué dans des conditions précises.

Une rame peut s'arrêter entre gares, sans ouverture des portes, elle peut effectuer un faux départ sur quelques mètres, elle peut rester à quai, portes fermées; à la suite d'un changement de mission en



Cliché SILEC

3. Unité vocale embarquée de SILEC - Boîtier 3 U 24.

ligne, d'une coupure d'alimentation de la basse tension ou d'un dégarage intermédiaire, le déroulement normal du programme préétabli peut être totalement perturbé.

Toutes ces remarques d'exploitation pratique ont été prises en compte. La cohérence des messages à annoncer est vérifiée tout au long du trajet. Elle est prioritaire sur la comparaison. Dans tous les cas où la cohérence des messages à annoncer n'est pas respectée, aucun message n'est émis. Le système reprend ses annonces dès qu'il s'est recalé, après une, deux ou trois interstations au maximum.

Description technique

L'unité est montée à l'intérieur de l'armoire électronique du compartiment à bagages de l'élément 15 235 - 15 236 du MS 61. Elle diffuse automatiquement des messages en voix masculine avec une parfaite qualité vocale tant en ce qui concerne l'intonation que le timbre ou la couleur mélodique de

la voix. Le codage est de type MIC et le débit de parole est égal à 64 kbits.

L'unité contient 12 cartes (voir illustration 3) :

— 2 cartes d'alimentation (1 + 2).

Partie automatisme :

— 2 cartes interface 72 V - 5 V (3 et 4);

— 1 carte microprocesseur (6809) (voir illustration 4) (5).

Partie synthèse :

— 1 carte microprocesseur (6809) (6);

— 5 cartes mémoire (7, 8, 9, 10, 11);

— 12 mémoires de 128 k-octets par carte (voir illustration 5);

— 1 carte filtre et ampli BF (12).

La liaison entre l'automatisme de reconnaissance et le synthétiseur est faite sous forme parallèle suivant la norme Centronic.

Nota :

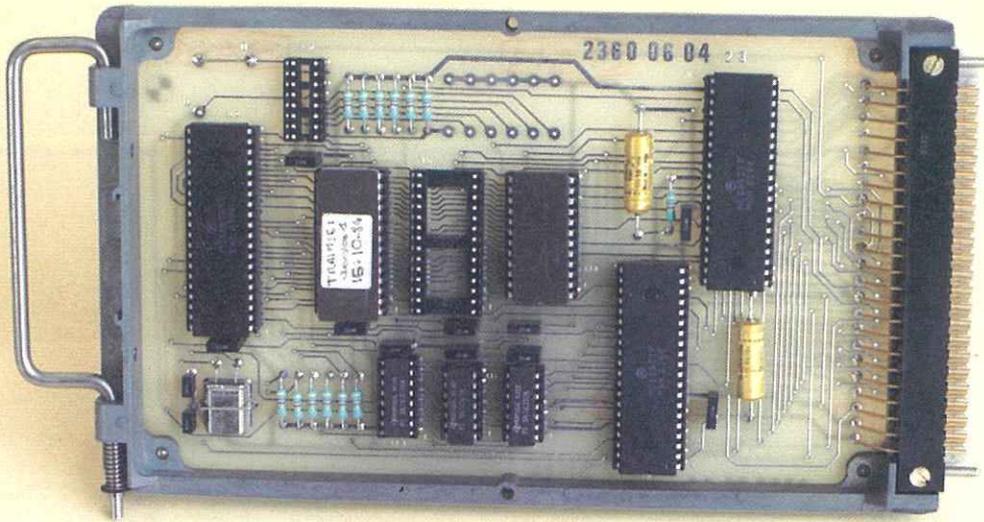
L'évolution constante des capacités mémoires permet dès maintenant de proposer un produit aux performances identiques équipé de mémoires de 256 k-octets et de volume moitié (boîtier 3 U 10).

Conclusion

Cette voix d'une fidélité remarquable retentissant dans les compartiments à voyageurs, artificiellement élaborée dans un boîtier de 16 dm³ de volume, concrétise la première expérimentation à la RATP, à bord d'une rame RER, d'une technologie d'avenir : la synthèse de la parole.

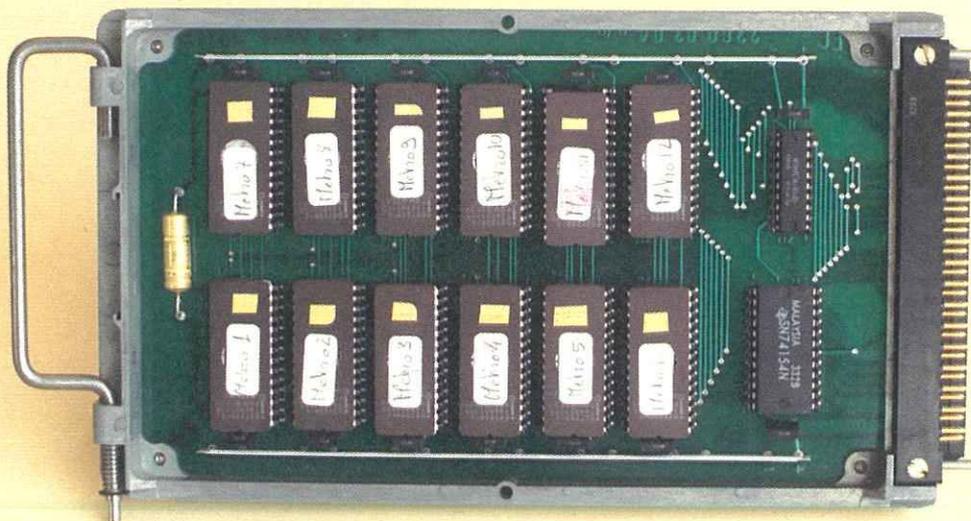
Avec les microprocesseurs, le caractère entièrement statique du système mis en œuvre laisse entrevoir, à contrario du lecteur de cassettes, une fiabilité et une longévité presque absolues ainsi qu'une étonnante souplesse d'exploitation.

La RATP, soucieuse d'améliorer continuellement la qualité de service et notamment la sécurité de l'exploitation, se devait de s'intéresser, elle aussi, à cette innovation technique. ■



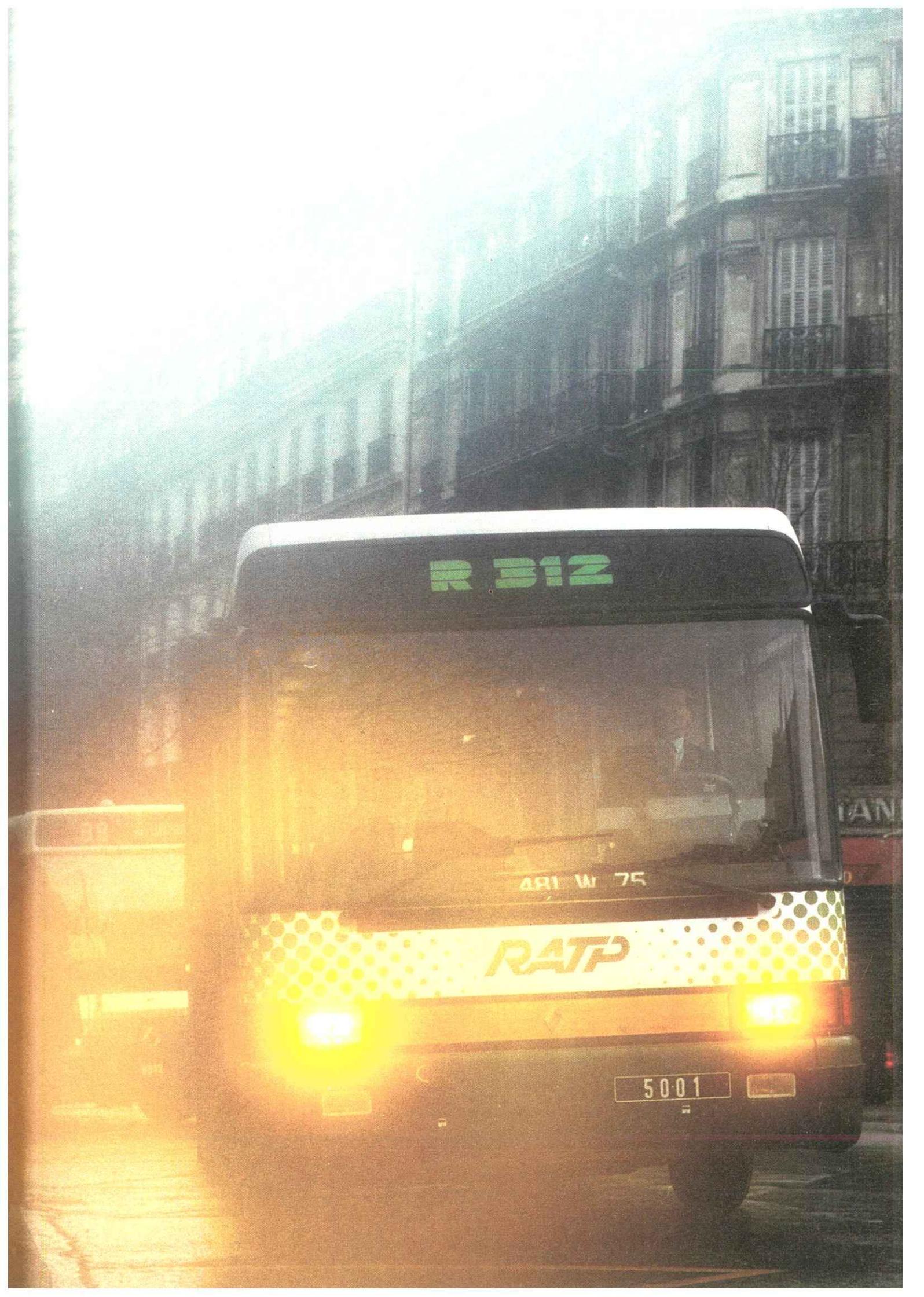
4. Carte microprocesseur automatisme avec RAM, ROM, PIA, Horloge.

Cliché SILEC



5. Carte-mémoire 128 k-octets, 12 mémoires et boîtiers de décodage.

Cliché SILEC



R 312

491 W 75

RATP

5001

NOUVELLES DIVERSES DE LA RATP

MISE EN SERVICE DE L'AUTOBUS R 312

LE 15 avril 1985, la RATP a mis en service sur la ligne 21, « Gare Saint-Lazare - Porte de Gentilly », un autobus de conception moderne, le R 312, résultat des réflexions d'ensemble et études techniques engagées dès 1974 sur un véhicule de nouvelle génération dit « autobus futur » (*).

(*) Voir l'article de Georges Vassart — « La genèse de l'autobus futur » — paru dans le numéro d'avril-mai-juin 1983 de notre revue, ainsi que le texte de la communication faite par Gérard Saint-Aubin au Forum Recherche — « Pourquoi l'autobus futur » —, reproduit dans le numéro d'avril-mai-juin 1984.

Il s'agit d'un *véhicule probatoire*, stade intermédiaire entre un prototype et un autobus de série, qui va permettre des tests en exploitation et une évaluation commerciale auprès des voyageurs.

Des opérations similaires seront lancées dans le courant de l'année avec d'autres véhicules probatoires à Toulouse, Lyon, Strasbourg, Angoulême, Marseille et Le Havre (un second véhicule est prévu pour Paris vers octobre).

Les divers renseignements recueillis lors des tests seront pris en compte dans la définition de la série, la

commercialisation de cette nouvelle génération d'autobus devant intervenir fin 1986.

Ces autobus probatoires, au nombre de 9, sont montés dans les ateliers RATP de Championnet pour le compte de RVI (Renault Véhicules Industriels). Ils ont une longueur de 12 m, une largeur de 2,5 m et une hauteur de 3 m.

Leur *architecture* se caractérise principalement par :

— un plancher plat et horizontal sur toute la longueur du compartiment voyageur, qui est situé à 56 cm du sol et est accessible par deux marches de faible hauteur ;



— une implantation transversale du moteur à l'arrière du véhicule, dans un caisson séparé de l'habitacle voyageurs.

Ils comportent tous 3 portes doubles, mais lors du montage en série, une porte pourra, sans modification de l'architecture, être remplacée par une baie et 4 places assises.

Du point de vue de l'esthétique et du confort, les caractéristiques majeures sont :

— la présence de larges baies offrant une grande ouverture sur l'extérieur (à l'exception de l'arrière en raison de la présence du moteur);

— l'absence de lignes agressives et d'angles vifs;

— l'existence d'une protection en bas de caisse ceinturant l'ensemble du véhicule;

— une climatisation constamment adaptée à l'ambiance du véhicule grâce notamment à une ventilation gérée par microprocesseur.

En ce qui concerne l'aménagement intérieur et en particulier le type de

sièges, il sera défini par chacun des réseaux intéressés à la suite de l'expérience des véhicules probatoires.

Enfin, sur le plan technique :

— le moteur RVI développe dans sa version standard une puissance de 144 kW (196 ch) à 1 900 tours/minute;

— la boîte de vitesses est automatique;

— le pont arrière est surbaissé;

— la suspension est pneumatique;

— les freins sont à double disque sur les quatre roues.

*
**

Conçu pour un transport public mieux adapté aux exigences des usagers, le nouvel autobus répond également aux attentes des exploitants et aux besoins des constructeurs : l'innovation n'y a pas été systématiquement recherchée, mais seulement pour des améliorations fonctionnelles et sans perdre de vue les incidences sur la fiabilité et les coûts. ■



RATP - Chabrol



RATP - Chabrol

LE 5 mars 1984, les trois premiers éléments du matériel interconnexion 84 (MI 84) ont circulé sur la ligne A du RER.

D'aspect extérieur identique à celui du MI 79 qui équipe la ligne B et dont il est directement dérivé (couleurs bleu, blanc et rouge), ce nouveau matériel se distingue de son prédécesseur par de nombreuses innovations technologiques et un remodelage de l'aménagement intérieur, lesquels ont déjà été décrits en détail dans l'article de Francis Boschat paru dans le numéro de juillet-août-septembre 1983 de notre revue.

Nous rappellerons simplement ici que, dans l'aménagement intérieur des voitures :

— le plafond a été redessiné et l'éclairage redisposé;

— les porte-bagages, peu utilisés, ont été supprimés et des patères ont été apposées pour les vêtements;

— les stores pare-soleil des baies latérales ont disparu, cet équipement faisant double emploi avec l'utilisation de verre teinté filtrant;

— les portes coulissantes d'intercirculation existant aux extrémités des caisses ont été supprimées et remplacées par des portes battantes de sécurité incendie;

— le compartiment à bagages a laissé place à une plate-forme ordinaire;

— les appui-troncs, encombrants, ont été remplacés par des barres verticales;

— les sièges, dont le galbe a été modifié, ont été pourvus d'un revêtement anti-lacérations.

En ce qui concerne l'évolution technologique, elle se traduit pour l'essentiel par :

— l'utilisation d'un nouveau hacheur de courant commandé d'une part par microprocesseur, ce qui a permis une réduction importante du volume d'électronique nécessaire, et faisant appel d'autre part à un nouveau mode de refroidissement des semi-conducteurs par fluide caloporteur, éliminant ainsi la gêne provoquée aux voyageurs par le bruit des ventilateurs existant sur le MI 79;

— le développement d'un nouveau convertisseur statique d'alimentation des équipements du train; certaines dispositions techniques ayant permis de diminuer la puissance de celui-ci, il a été possible d'introduire de nouveaux éléments tels que thyristors asymétriques à la pointe de la technologie,

ARRIVÉE DU MI 84 SUR LA LIGNE A



RATP - Carrier

panneaux radiants, et par voie de conséquence, de supprimer la ventilation forcée pour le refroidissement, lequel se fait maintenant par convection naturelle;

— la mise au point d'une nouvelle commande du pont redresseur, assurée maintenant par un microprocesseur intégrant aussi la régulation du freinage de la remorque (le pont redresseur permet, sur les sections SNCF alimentées en 25 kV courant alternatif, de fournir aux équipements une tension continue équivalente à celle de la caténaire 1,5 kV des tronçons RATP).

Version de « deuxième génération » du matériel interconnexion, totalement compatible avec le MI 79, le MI 84 marque une étape importante dans la conception des matériels roulants futurs par l'introduction dans certains organes de la micro-informatique, laquelle permet une simplification de réalisation des fonctions concernées et, par suite, une économie au niveau des coûts de construction.

Dans un premier temps, le MI 84 viendra renforcer le parc de matériels de la ligne A, afin de pouvoir ajuster le service au trafic croissant rencontré sur cette ligne; puis, à terme, il assurera



RATP - Carrier

l'interconnexion à Nanterre de la ligne A avec la ligne SNCF de Cergy - Saint-Christophe et Poissy.

Sur un marché total de 63 éléments de 4 voitures, 45 ont été commandés dont 16 à livrer au cours du 1^{er} semestre 1985. Les livraisons doivent

s'échelonner jusqu'à l'été 1987. Il est d'ailleurs envisagé d'augmenter la commande de 10 éléments à partir de 1986, pour faire face à l'augmentation du trafic de la ligne A plus rapide que prévue. ■

EXPLOITATION DU RÉSEAU D'AUTOBUS

Autobus de remplacement entre les gares SNCF de Pont-Cardinet et Auteuil-Boulogne

Depuis le 7 janvier 1985, la circulation des trains SNCF ayant été interrompue sur la ligne « Pont-Cardinet - Auteuil-Boulogne » en raison des travaux effectués pour la construction de la future liaison ferroviaire « Gare des Invalides - Vallée de Montmorency », un service d'autobus de remplacement exploité par la RATP a été mis en place à la demande de la SNCF.

Ce service fonctionne du lundi au samedi, jours fériés exclus, les voitures se succédant à intervalles de 10 minutes en heures de pointe et 15 minutes aux autres périodes.

Afin de permettre leur utilisation et leur vente à bord des véhicules, les titres de transport propres à la SNCF ont dû être adaptés aux dimensions des appareils de compostage RATP.

Cette desserte de remplacement sera assurée pendant une durée de trois ans environ.

RATP - Carrier

Modification de l'exploitation de la ligne 118

Depuis le 4 février 1985, la ligne 118 est exploitée sous des indices différenciés :

- 118 A : « Vincennes (Château) - Rosny-sous-Bois (Église) » ;
- 118 B : « Vincennes (Château) - Fontenay-sous-Bois (Val-de-Fontenay RER-SNCF) ».

Par ailleurs, en service de soirée, les voitures assurent la liaison entre le Château de Vincennes et l'Église de Rosny-sous-Bois en passant par le Val-de-Fontenay, ceci sous l'indice 118 S.

RATP - Marguerite



Restructuration du réseau d'autobus dans le secteur de Villejuif

Pour répondre au mieux aux besoins des usagers à la suite du prolongement à Villejuif de la ligne 7 du métro, laquelle s'étend désormais à plus de 3 kilomètres des portes de Paris, l'ensemble des lignes de surface du secteur compris d'une part entre les lignes B et C du RER (respectivement à l'est et à l'ouest), d'autre part entre les boulevards périphériques et la RN 186 (respectivement au nord et au sud), a subi une profonde restructuration.

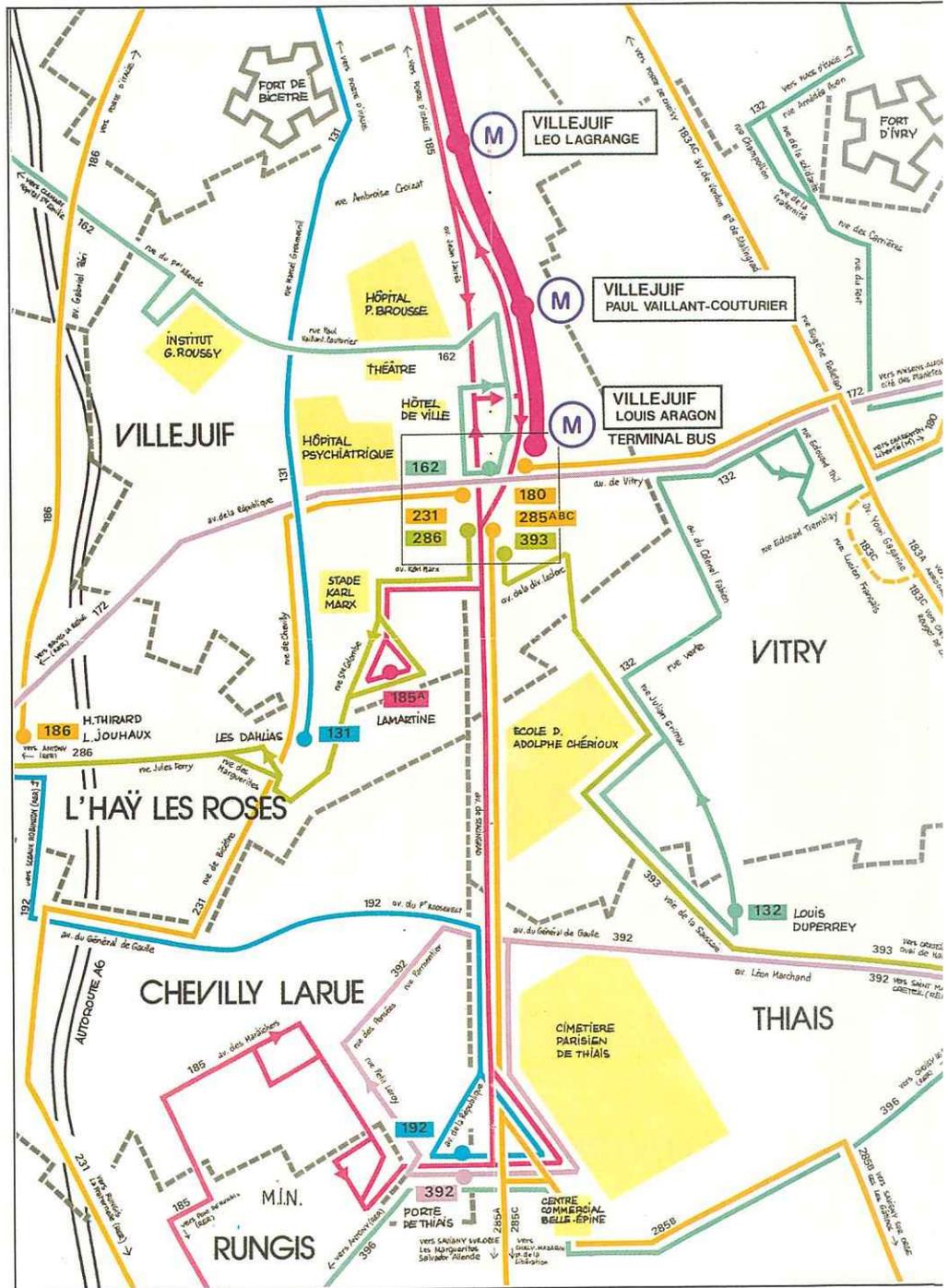
Cette restructuration, mise au point en utilisant les résultats d'enquêtes auprès des voyageurs et en concertation avec les communes concernées, a pris effet le 29 mars 1985, en même temps que l'ouverture à l'exploitation du terminal bus de Villejuif - Louis Aragon (*).

Les diverses modifications apportées au réseau tiennent compte des possibilités offertes par la nouvelle desserte ferroviaire et satisfont plus précisément aux objectifs suivants :

- rabattement des voyageurs le plus directement possible sur les nouvelles stations de métro ;
- amélioration des déplacements de rocade et des correspondances avec l'ensemble des axes lourds du secteur, notamment le RER ;
- renforcement de la desserte d'importants pôles générateurs de trafic comme le complexe de Rungis ;
- desserte des différents quartiers d'habitation, centre commerciaux, administratifs, équipements collectifs, etc.

Il a en outre paru opportun de maintenir un service local de « cabotage » sur la RN 7 le long du parcours du métro (ligne 185) et, en débordant le cadre du secteur précédemment défini, de réaliser une liaison directe entre le marché d'intérêt national de Rungis et la gare RER de Saint-Maur - Créteil (ligne 392).

Sans entrer dans le détail de ces modifications, signalons pour l'essentiel l'abandon des lignes 183 B, 285 N, 286, 385 et de l'antenne Villejuif -



Hôpital psychiatrique de la ligne 185, ainsi que le raccourcissement de la ligne 131, les dessertes assurées par ces lignes étant globalement reprises par :

- la création de nouvelles liaisons sous les indices 185 A, 231, 286 et 393 (la ligne 286 ayant été totalement remaniée par rapport à la précédente) ;
- le prolongement des itinéraires des lignes 132, 172, 185, 186 et 392 ;

— la déviation des lignes 162, 285 B et 396.

Par ailleurs, les lignes 285 A, B et C ont vu leur terminus reporté de la Porte d'Italie à Villejuif - Louis Aragon, le métro et la ligne de cabotage 185 assurant une desserte suffisante le long du tronçon de la RN 7 concerné.

Le plan ci-dessus montre la structure du nouveau réseau dont l'image se trouve ainsi amplifiée et simplifiée à la

(*). Voir en début de ce numéro.



RATP - Roy

fois par la limitation du nombre d'antennes et l'adoption d'un « indigage » plus clair.

Essai de visualisation des arrêts sur la ligne 147

La RATP teste actuellement sur la ligne 147 « Pantin - Sevrans-Montfermeil-Le Raincy », un dispositif de visualisation de parcours d'itinéraire associé à une annonce sonore (DIVIT) à l'intérieur d'un véhicule. Ce dispositif permet aux voyageurs à bord du véhicule de connaître à tout moment, d'une part, l'itinéraire parcouru (par une indication visuelle sur plans), d'autre part, le nom du prochain arrêt (par un affichage en clair et une annonce sonore).

Il est constitué, outre les 4 haut-parleurs assurant la sonorisation de l'autobus :

- de 2 blocs dièdres qui délivrent les informations visuelles (tronçon de ligne à parcourir, positionnement sur celui-ci, affichage des arrêts);
- d'un coffret de gestion qui assure, grâce à un microprocesseur et à des mémoires, la commande des systèmes d'affichage et sonore;
- d'un boîtier de contrôle, situé au niveau du tableau de bord, qui permet la programmation du tronçon à parcourir et le choix du mode d'utilisation (manuel ou automatique).

Le mode manuel nécessite de la part du machiniste, entre chaque arrêt, une action sur un bouton-poussoir afin de faire progresser l'ensemble du système.

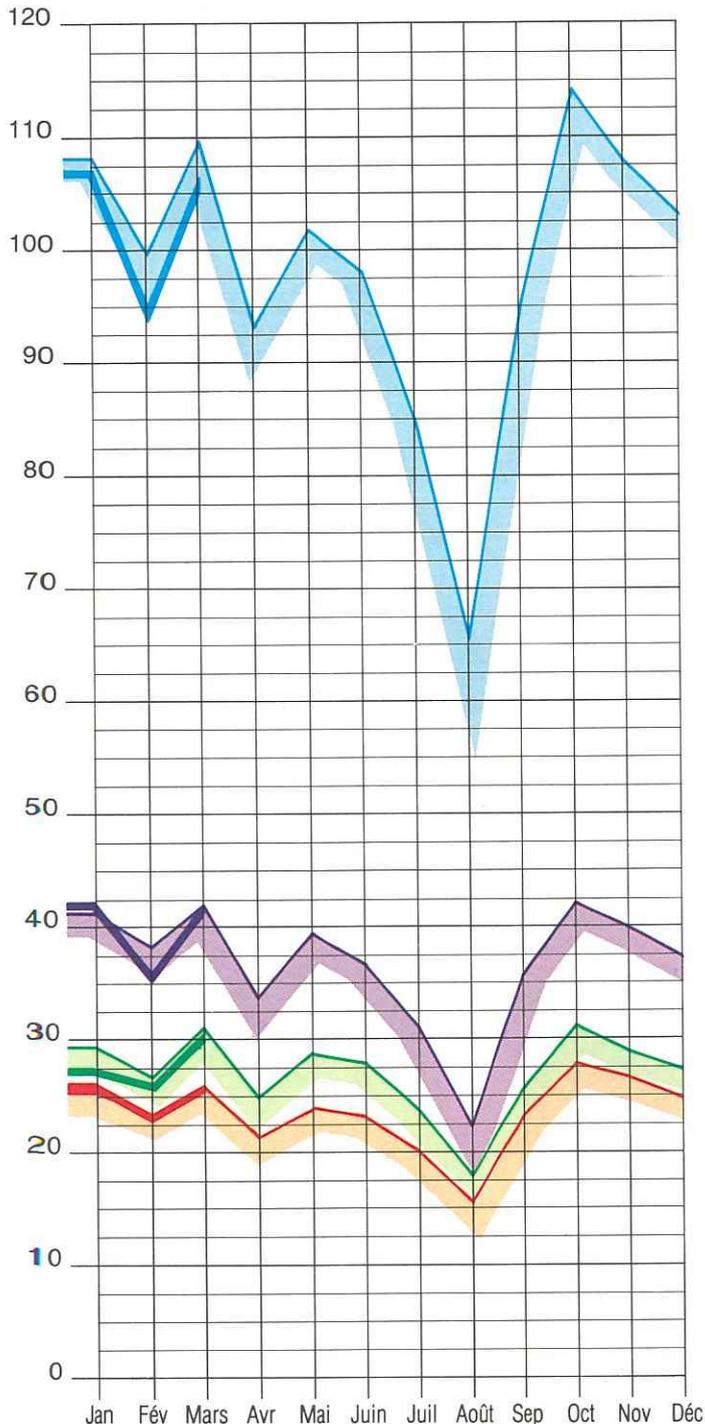
En mode automatique, le fonctionnement est synchronisé avec l'avancement de l'autobus et, par conséquent,

aucune manipulation n'est à effectuer pour la fourniture des informations.

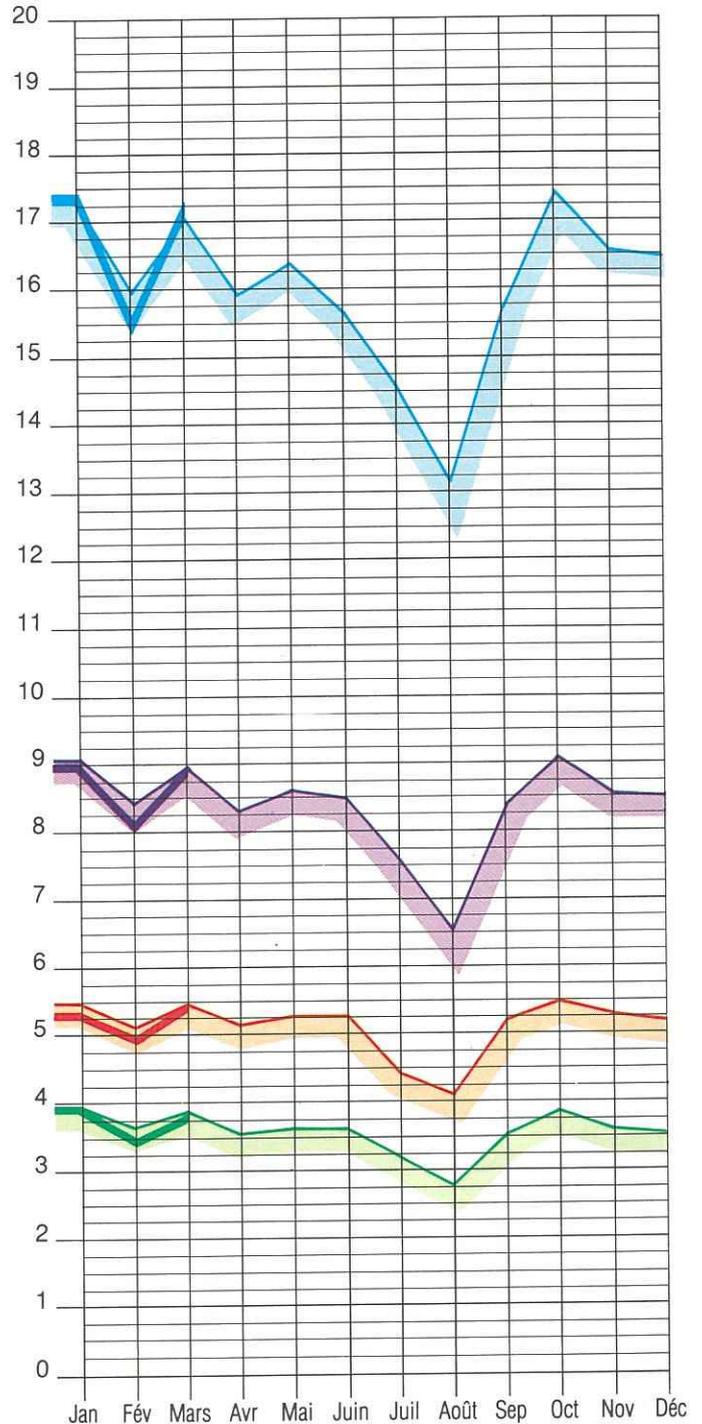
Une évaluation directe auprès des usagers vient d'être effectuée laquelle permettra, après dépouillement, de connaître les réactions de ceux-ci à ce nouvel équipement. ■

TRAFIC ET SERVICE DE L'ANNÉE 1985

Millions de voyages effectués



Millions de km-voitures



— Métro
— Autobus de banlieue
— Autobus urbains
— RER

Les courbes en demi-teintes indiquent les résultats des mêmes mois de l'année précédente.

VUES DES TRAVAUX EN COURS

①



②



Méτρο-Ligne 5 :
Prolongement à la préfecture de Bobigny.
① Travaux d'aménagement de la station
② « Bobigny-Pablo Picasso » et de la gare d'auto-
bus qui lui est associée. (RATP - N Audiovisuel.)



④

③

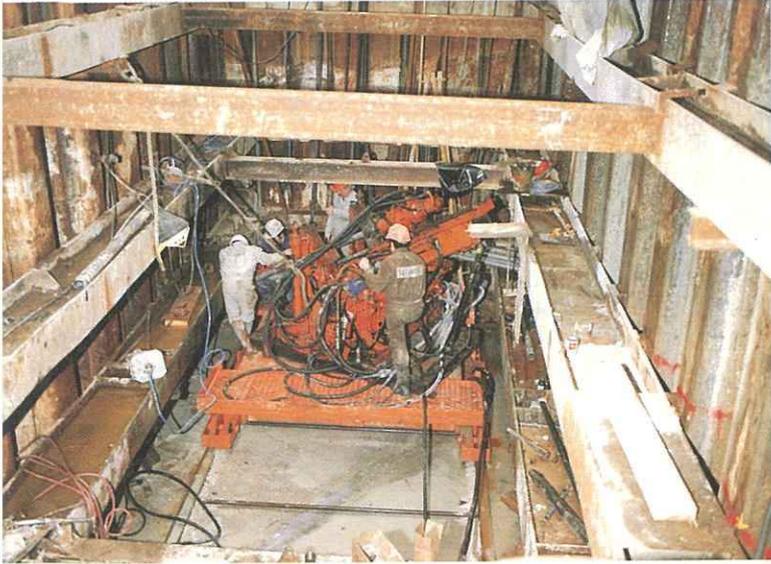


Méτρο-Ligne 7 :
Prolongement au nord, à La Courneuve.
③ Lot 4 - Section 3 : Terrassement du plot 9 et, au
fond, vue du tympan de la future station
terminus. (RATP - N Audiovisuel.)

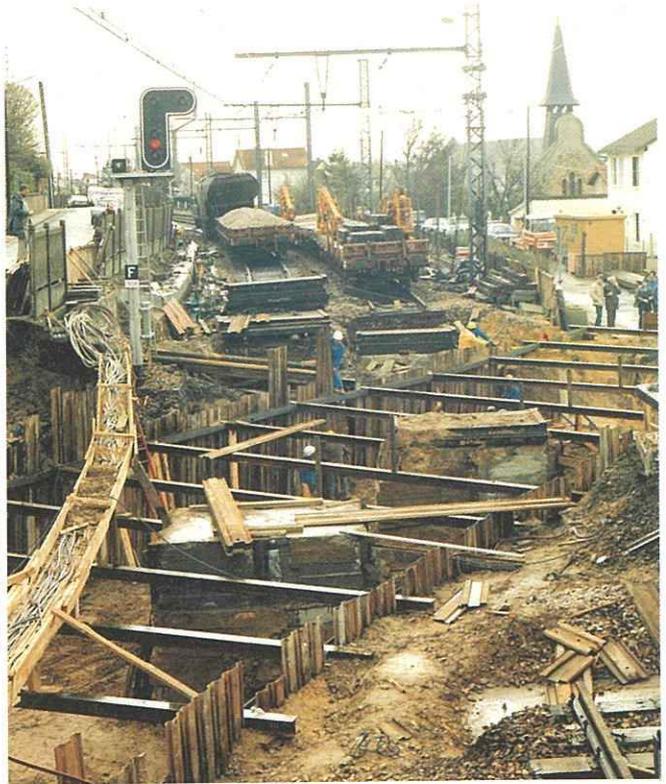
**Liaison Vallée de Montmorency - Ermont -
Invalides.**

④ Travaux d'injections au fond du puits Ermont.
(RATP - N Audiovisuel.)

⑤



⑥



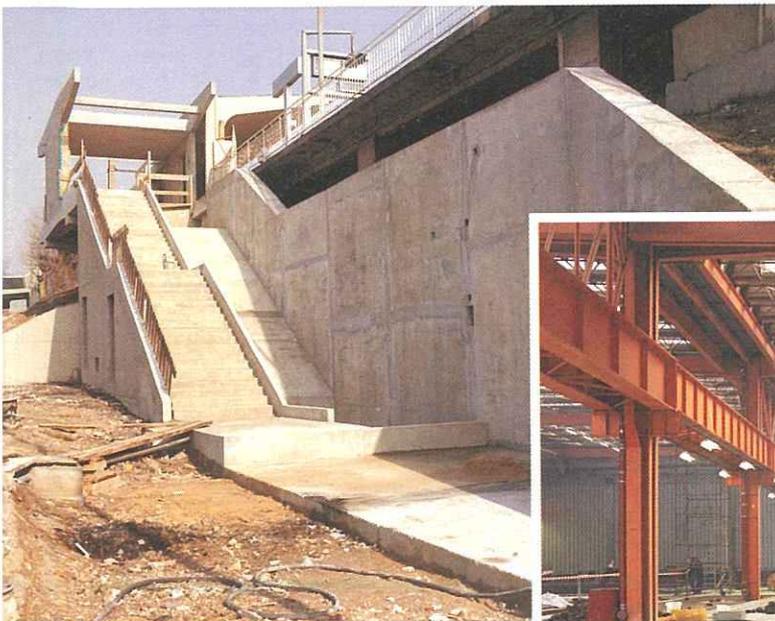
⑦

RER-Ligne B.

- ⑤ Construction de la gare Saint-Michel : exécution de forages pour la mise en place de tubes destinés à la congélation de la gaine sous-fluviale. (RATP - N Audiovisuel.)
- ⑥ Suppression des passages à niveau : les futurs passages piéton du PN 18 et passage routier du PN 17 (RATP - Chabrol.)
- ⑦ Réalisation d'un accès supplémentaire sud en gare d'Arcueil-Cachan. (RATP - N audiovisuel.)

Atelier de Saint-Ouen.

- ⑧ Vue partielle des halls de levage et du pont transbordeur. (RATP - N Audiovisuel.)



⑧



⑨

NOUVELLES DIVERSES DE L'ÉTRANGER



LONDRES

Un métro « léger » pour la desserte du quartier des Docks

La cérémonie marquant le début de la construction du métro « léger » des Docks (Docklands Light Railway), destiné à redonner vie à ce quartier de Londres, d'une superficie d'environ 20 km², aujourd'hui à l'abandon, a eu lieu le 11 décembre 1984. Dès 1982, la création d'un réseau ferroviaire moderne était considérée comme nécessaire, mais le projet de prolongement de la ligne de métro Jubilee, envisagé dans un premier temps, fut abandonné, essentiellement pour des raisons financières, mais également parce que sa capacité aurait été bien supérieure au trafic prévu. Le London Transport fit ressortir qu'alors que les métros classiques sont chers à construire et à exploiter, un métro léger serait à la fois souple et moins coûteux, avec des rames capables de franchir de fortes courbes et de gravir de fortes pentes. En août 1984, un contrat clés-en-main d'une valeur de 60 millions de £ fut signé entre, d'une part, le London Regional Transport et la London Docklands Development Corporation et, d'autre part, le consortium britannique GEC - John Mowlem.

Le projet est de dimensions modestes : une ligne à deux branches de 12,1 km de longueur avec 16 stations et un parc de 11 éléments articulés. La ligne sera exploitée avec deux itinéraires : le premier ira de Tower Hill, situé près de la station de métro, à Island Gardens, au sud, en passant par North Quay et le second reliera Stratford, également près de la station de métro, au nord, à Island Gardens ; il n'y aura donc pas de service direct entre Tower Hill et Stratford, la correspon-

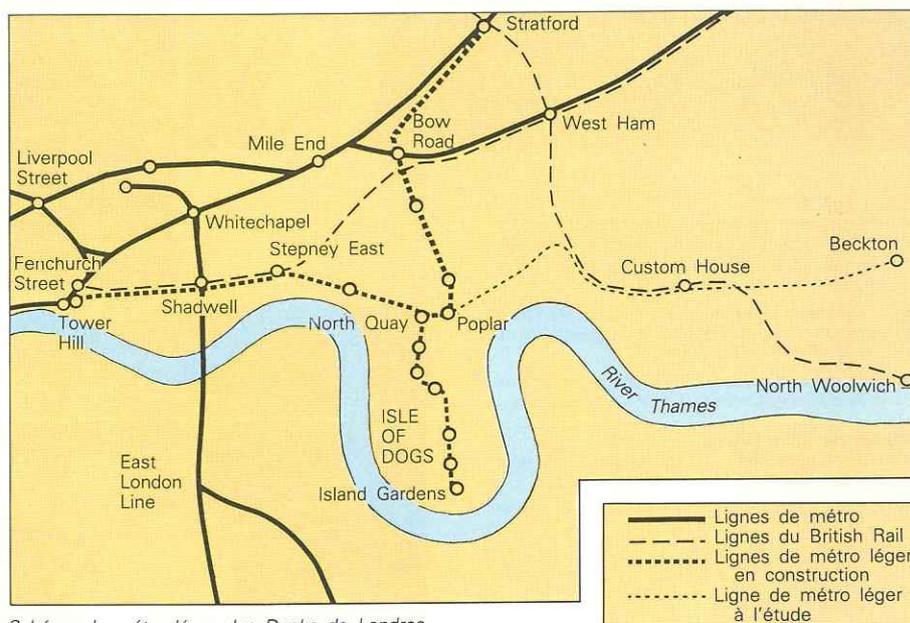


Schéma du métro léger des Docks de Londres.

dance devant se faire à la station « North Quay ». La ligne sera implantée en viaduc — avec utilisation de viaducs du British Rail — ou sur des emprises ferroviaires existantes.

Les stations seront conçues d'une manière simple, avec des possibilités d'extension quand le trafic augmentera. Au départ, elles auront des quais — en général latéraux, sauf dans cinq stations — de 30 m de longueur, protégés par des marquises sur 9 m et situés au niveau du plancher des voitures. Le terminus « Tower Hill » sera la seule station à être équipée d'escaliers mécaniques, mais il y aura des ascenseurs dans toutes les autres stations. Ces stations, qui seront exploitées sans agents, seront dotées d'un système de télévision en circuit fermé et sonorisées. Il n'y aura pas de contrôle d'admission des voyageurs, mais seulement des distributeurs automatiques de billets.

Le matériel roulant sera de conception ouest-allemande : les éléments auront à peu près 30 m de longueur, avec des bogies monomoteurs à chaque extrémité et un bogie central. La capacité de chaque élément sera de 80 voyageurs assis et de 147 debout, à raison de quatre personnes par mètre

carré. Le courant de traction 750 V sera transmis par un troisième rail, protégé pour des raisons de sécurité.

La conduite des rames sera entièrement automatisée à partir d'un poste central de commande d'exploitation, mais un agent sera cependant maintenu à bord de chaque train : son rôle consistera à commander la fermeture des portes au départ des stations, à contrôler les billets, à assister les voyageurs et à reprendre la conduite manuelle du train en cas de panne du système automatique.

À la mise en service du métro léger des Docks, prévue pour juillet 1987, les rames se suivront à la cadence de 7 minutes 30 secondes sur chacun des deux itinéraires, ce qui permettra le transport de 1 500 voyageurs par heure dans chaque sens. ■

(International Railway Journal, novembre 1984 ;
LRT News, 14 décembre 1984.)

marta ATLANTA

Prolongement de la ligne nord-sud

Le « Metropolitan Atlanta Rapid Transit Authority » a franchi une nouvelle étape importante dans l'extension de son réseau de métro avec la mise en service, le 15 décembre 1984, des prolongements de la ligne nord-sud à ses deux extrémités. D'une longueur totale de 14,5 km, les deux nouvelles sections de ligne comprennent cinq stations : « Lindbergh Center », « Lenox » et « Brookhaven » au nord, « Oakland City » et « Lakewood » au sud.

Le métro d'Atlanta s'étend maintenant sur 40 km et comporte 25 stations au total. Le trafic journalier devrait passer de 140 000 voyageurs, actuellement, à 180 000 ou 200 000, grâce à cette extension qui est la plus importante à avoir été réalisée en une seule fois depuis la mise en service de la première ligne en juillet 1979. La construction de la ligne nord-sud devrait être entièrement achevée en 1988, avec la mise en service des prolongements à Doraville, au nord, et Airport, au sud. ■

(Passenger Transport, 17 décembre 1984.)

OUST-ILIMSK

Une ligne de tramway express en construction

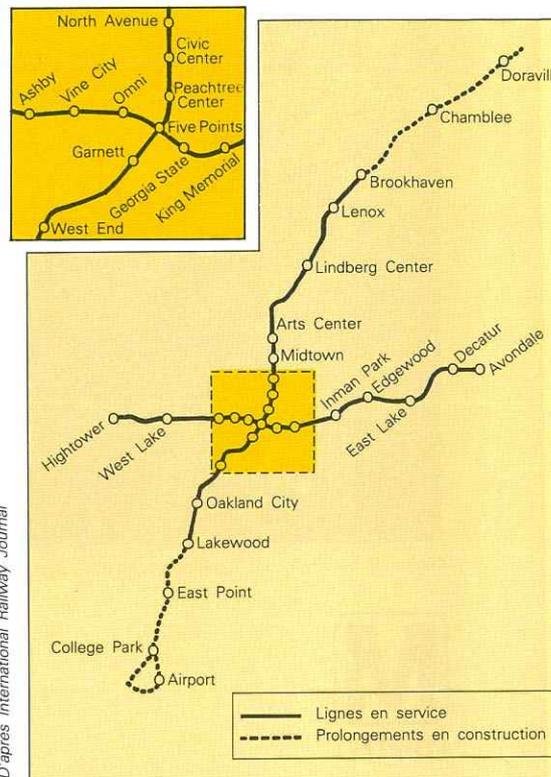
Afin d'éviter les problèmes que pose l'exploitation des autobus par grand froid, il est prévu de développer les tramways là où le métro s'avère impossible. Ainsi, on construit à Oust-Ilimsk, en Sibérie orientale, une ligne de 15 km qui reliera le centre de la ville à l'exploitation forestière industrielle située dans les environs.

Les spécialistes soviétiques considèrent en effet que, lorsque la construction du métro n'est pas rentable, le tramway express est une bonne solution : ce dernier transporte deux à trois fois plus de voyageurs que l'autobus et le trolleybus. De plus, il ne pollue pas l'atmosphère. Sa vitesse en ville peut aller jusqu'à 75 km/h et atteindre 100 km/h en banlieue. Des tramways à grande vitesse circulent déjà à Kiev et Saratov. En novembre 1984, a été inaugurée à Volgograd une ligne partiellement souterraine de tramway express, appelée « METROTRAM ».

Dans le cas d'Oust-Ilimsk, les constructeurs envisagent aussi la possibilité dans le cadre de l'expansion de la ville, de construire des lignes de METROTRAM.

La construction de lignes de tramway express est prévue, pour un avenir proche, dans une vingtaine de villes soviétiques. ■

(Agence de Presse Novosti, 28 février 1985.)

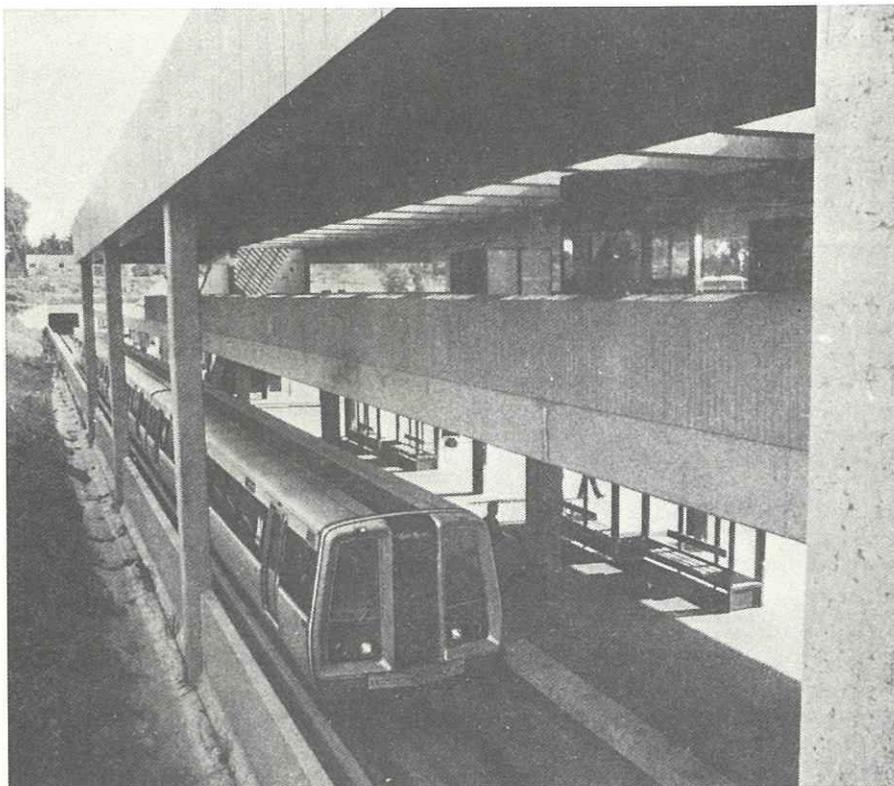


Le réseau de métro d'Atlanta.



Métro d'Atlanta : la nouvelle station « Lindbergh Center ».

Photo Passenger Transport



Métro de Washington : une des nouvelles stations de la ligne Rouge.

Photo Passenger Transport



WASHINGTON

Nouvelle extension de la ligne Rouge du métro

Le 15 décembre 1984, soit un peu moins de quatre mois après la mise en service du prolongement de Van Ness-UDC à Grosvenor (11 km et 5 stations), un nouveau tronçon de la ligne Rouge du métro de Washington a été ouvert à l'exploitation entre Grosvenor et Shady Grove : les quatre nouvelles stations de ce nouveau prolongement, également long de 11 km, sont des stations aériennes, toutes situées dans le comté de Montgomery.

Avec cette nouvelle extension, le métro de Washington compte maintenant 97,3 km de lignes et 60 stations. La prochaine mise en service, prévue au milieu de l'année 1986, sera celle du

prolongement à Vienna, dans le comté de Fairfax, de la ligne Orange. Le réseau continuera à s'étendre par la suite, puisque la longueur totale des lignes devrait atteindre, en principe, 162 km, avec 86 stations.

Au cours de l'année fiscale 1983/1984, le trafic du métro s'était élevé à 87,8 millions de voyages effectués, soit une augmentation de 8,6 % par rapport à l'exercice précédent. ■

(Passenger Transport, 24 décembre 1984 et 28 janvier 1985.)

CALCUTTA

Ouverture à l'exploitation d'une première section de la ligne de métro

Le 24 octobre 1984, le métro de Calcutta, dont la construction — commencée en 1973 — a subi de multiples retards dus notamment aux nombreux problèmes techniques qui se sont posés, a transporté ses premiers voyageurs, sur une section souterraine de 4 km de longueur entre les stations « Esplanade », dans le centre-ville, et « Bhowanipur ». Les trains, alimentés par troisième rail en courant 750 V et circulant sur une voie sans ballast d'un écartement de 1,676 m, relient ces deux stations en sept minutes, avec deux arrêts aux stations intermédiaires « Park Street » et « Babindra Sadan ». Actuellement, le service n'est assuré que six heures par jour.

La prochaine section qui sera mise en service aura également 4 km de longueur, entre Bhowanipur et le terminus sud « Tollyganj » ; les travaux de construction en sont à un stade avancé. En outre, le tronçon implanté en surface (1,5 km), entre le terminus nord « Dum Dum » et Belgachia, est déjà achevé. Pour accélérer la construction, en tranchée couverte, de la section « Esplanade-Belgachia », un contrat



Métro de Calcutta : station souterraine en service.

Photo Railway Gazette International

MANILLE

Le métro léger en service

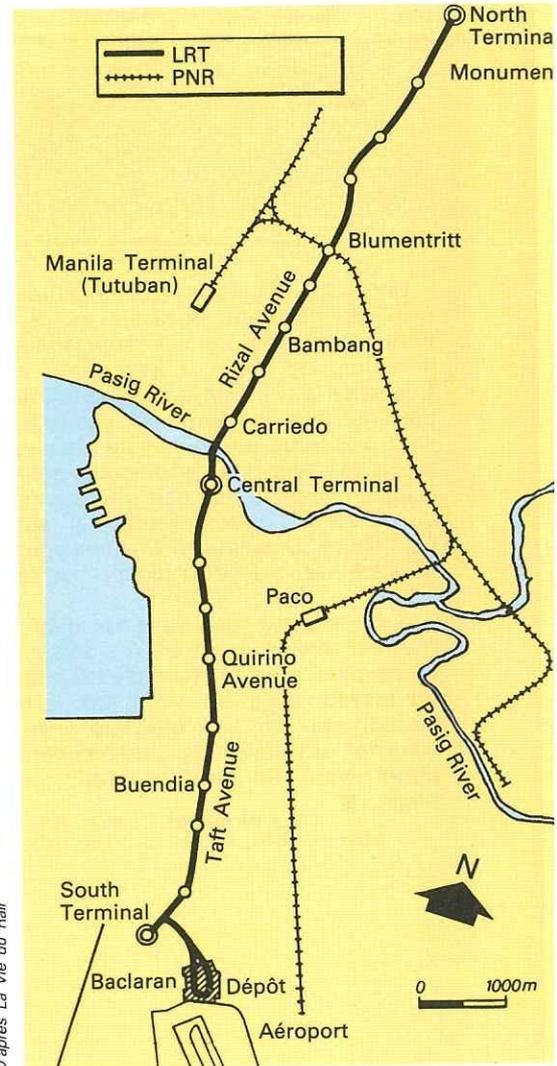
La première section, longue de 7 km, de la nouvelle ligne de métro léger, a été ouverte à l'exploitation le 1^{er} décembre 1984 après une période d'essais d'environ six mois. La seconde section, étendue sur 8 km, devrait être mise en service vers le milieu de 1985.

Cette ligne a été entièrement réalisée en viaduc, le long des avenues Taft et Rizal, axe nord-sud principal de cette agglomération de plus de deux millions d'habitants. Les premières études avaient commencé dès 1976. Déjà, le Ministère philippin des transports avait manifesté sa préférence pour une ligne à voie normale en site propre, afin d'éviter toute interférence avec la circulation routière, particulièrement dense. Après la création officielle de la Light Railway Transport Authority (LRTA), la réalisation de la ligne fut confiée, en 1981, à un consortium belgo-philippin. Les études de matériel et des équipements électriques étaient assurées par un groupe belge, le génie civil et l'alimentation électrique étant placés sous la responsabilité d'une entreprise locale.

Les travaux commencèrent la même année. Le viaduc, dont le tablier est entièrement en béton, se situe à une hauteur de 7 m, les piliers étant espacés de 25 m en moyenne. La voie est posée sur ballast, technique traditionnelle qui permet de rectifier facilement l'alignement en cas de tremblement de terre, phénomène naturel toujours à craindre dans cette partie du globe. La voie est constituée de longs rails soudés posés sur traverses béton bibloc avec attaches Pandrol.

Les dix-huit stations de la ligne possèdent des quais latéraux longs de 100 m (pouvant donc accueillir des trains de trois éléments) et larges de 3,5 m, auxquels on accède par des escaliers en béton également.

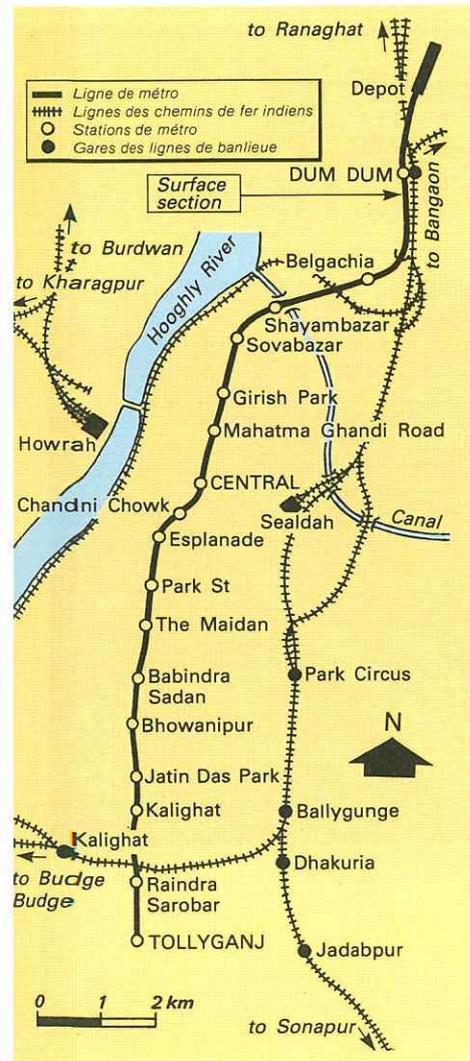
Le matériel utilisé est composé de 64 éléments triples articulés. Chaque élément dispose de deux bogies monomoteurs de 218 kW. En outre, il est équipé d'une commande à hacheurs, avec freinage rhéostatique et à récupération. Il s'agit d'un matériel unidirectionnel, mais les éléments sont destinés à circuler accouplés dos à dos, formule qui permet de disposer néanmoins d'une cabine à chaque extrémité. Toutefois, la LRTA envisage déjà de



La ligne de métro léger de Manille.

mettre en circulation des rames composées de trois éléments.

Ce matériel est équipé du frein à air, agissant sur disques, et d'un frein électromagnétique sur les rails. La signalisation est du type à deux feux (rouge et vert), avec canton tampon. Le courant de traction de 750 V est fourni par une ligne d'arrivée à 34,5 kV alimentant neuf sous-stations réparties le long de la ligne. La caténaire est simple, mais classique, avec un fil porteur de 140 mm² et deux fils de contact de 120 mm² chacun.



D'après Railway Gazette International

Le futur métro de Calcutta.

vient d'être signé avec une société japonaise; grâce à la technique utilisée, un tiers seulement de la surface d'excavation sera ouvert à la fois, des dalles en béton étant posées au-dessus afin d'entraver le moins possible la circulation.

Lorsque la ligne de métro sera exploitée sur toute sa longueur (16,4 km), elle devrait transporter environ 650 millions de voyageurs par an. ■

(International Railway Journal, janvier 1985; Railway Gazette International, décembre 1984.)

Caractéristiques principales du matériel

— Longueur.....	29,28 m
— Largeur.....	2,50 m
— Hauteur.....	3,27 m
— Hauteur plancher.....	0,90 m
— Masse (à vide).....	41 t
— Largeur des portes :.....	1,30 m
(cinq doubles portes par face)	
— Places :	
assisés :.....	81
debout :.....	293
(7 au m ²)	
— Puissance (continue).....	2 × 218 kW
— Vitesse maximale.....	60 km/h
— Accélération :.....	1 m/s ²
— Freinage :	
normal.....	1,3 m/s ²
urgence.....	2,1 m/s ²

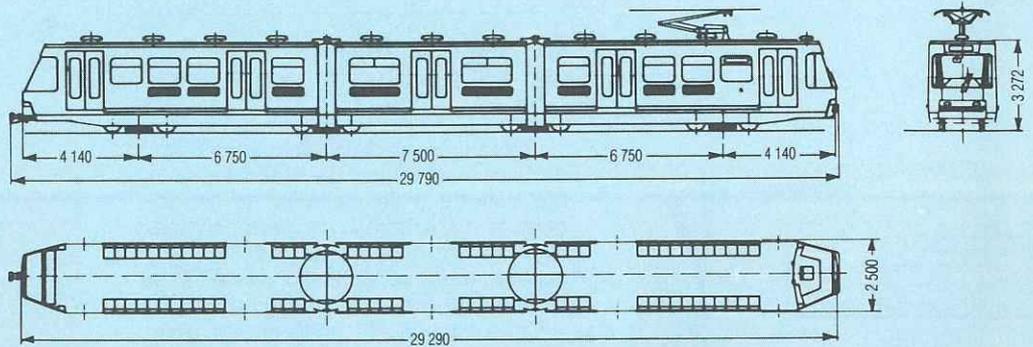
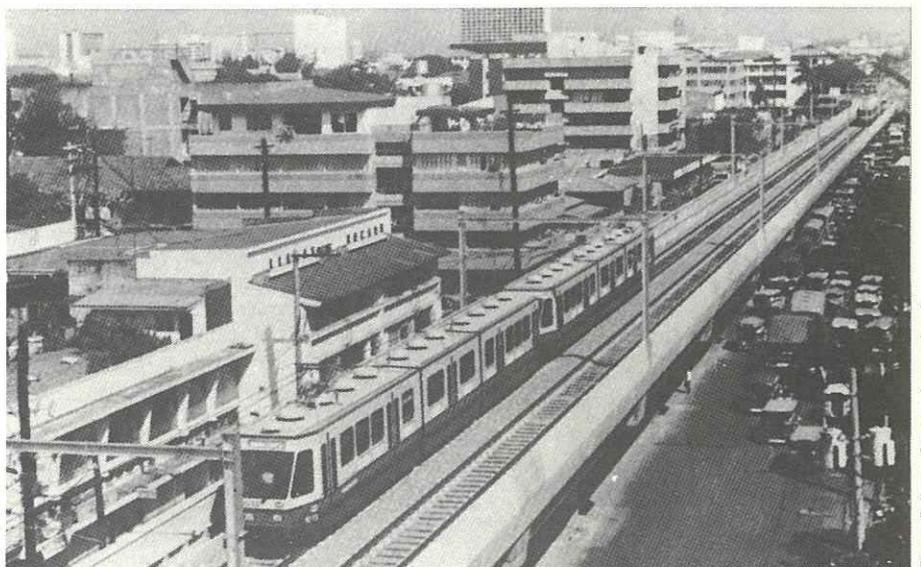


Diagramme des voitures articulées du métro léger de Manille.

Une rame toutes les cinq minutes relie actuellement Baclaran (où se trouve le dépôt) à Central Terminal, de 4 heures du matin à 21 heures, la fréquence devant passer à moins de deux minutes ultérieurement. Les 7 km sont parcourus en 14 minutes et les prévisions tablent sur 31 minutes pour la ligne complète : un gain intéressant quand on sait qu'actuellement, il faut de 1 heure 30 minutes à 2 heures pour effectuer le même parcours par la route.

A peine cette ligne vient-elle d'être mise en service que la LRTA a déjà en préparation un programme d'extension du réseau, étalé sur vingt ans. Elle attend cependant les résultats financiers de l'exploitation de cette première ligne avant de rendre public ce projet. ■

(La Vie du Rail, 7 février 1985 ;
International Railway Journal, mars 1985.)



Métro léger de Manille : rame circulant sur le viaduc le long de l'avenue Taft.

Document La Vie du Rail

Photo Railway Gazette International

